

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FRANCISCO CARLOS LAJÚS

**MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL MERCADO DE
PRODUTOS DE DADOS**

Tese de Doutorado

FLORIANÓPOLIS

2004

FRANCISCO CARLOS LAJÚS

**MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL
MERCADO DE PRODUTOS DE DADOS**

**Tese apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para a obtenção do
Grau de Doutor em Engenharia de Produção.**

Orientador: Prof. Carlos Loch, Dr.

Florianópolis

2004

L191m Lajús, Francisco Carlos
 Método para identificação do potencial mercado de produtos de
 dados / Francisco Carlos Lajús ; orientador Carlos Loch. –
 Florianópolis, 2004.
 222 f. : il. ; gráfs. ; tabs.

 Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina,
 Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2004.

 Inclui bibliografia

 1. Mercado de dados. 2. Produtos e serviços de dados.
 3. Telecomunicações – Privatização. 4. Telecomunicações – Santa
 Catarina (SC). 5. Cartografia – Processamento de dados.
 6. Sistemas de Informação Geográfica. I. Loch, Carlos.
 II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
 Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

CDU: 658.5

Catálogo na fonte por: Onélia Silva Guimarães CRB-14/071

FRANCISCO CARLOS LAJÚS

**MÉTODO PARA IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL
MERCADO DE PRODUTOS DE DADOS**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 24 de junho de 2004.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora

Prof. Carlos Loch, Dr.
UFSC - Orientador

Prof. Roberto de Oliveira, PhD.
UFSC - Moderador

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Philips
UFSC

Prof. Francisco Henrique de Oliveira, Dr.
Examinador Externo
UDESC

Prof^a. Mirela Sechi Moretti Annoni Notare, Dr^a.
Examinadora Externa
Faculdades Barddal

Para Rita e Francisco

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por tudo e acima de tudo.

A todos que direta e indiretamente, tornaram possível a realização deste trabalho, meus mais sinceros e profundos agradecimentos.

Ao Professor orientador Dr. Carlos Loch, pela confiança em mim depositada, pelo incansável estímulo e ajuda sempre oportuna.

Aos Professores Ph.D. Roberto de Oliveira e Dr.-Ing. Jürgen Philips, ambos da UFSC, pelas prestimosas observações e colaborações na banca examinadora e oportunas recomendações.

Aos Professores externos, Dr. Francisco Henrique de Oliveira da UDESC, pelo constante incentivo desde os bancos acadêmicos e a Dra. Mirela Sechi Moretti Annoni Notare da Faculdade Barddal, pelas relevantes considerações, entusiasmo e dinamismo contagiantes.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação e Engenharia de Produção na pessoa de seu coordenador Prof. Dr. Edson Pacheco Paladini.

A todos os colegas da Brasil Telecom S.A. que direta e indiretamente, sempre me apoiaram e incentivaram, em especial: Renato Pereira de Souza pelas considerações e direcionamento da tese; Elenice Elisete Correa Machado pela revisão dos tópicos sobre RDSI; Luis Fernando Heinzen pela revisão do capítulo sobre Redes; Paulo Ricardo Guedes Pinheiro e Marco Antônio da Silva pela revisão dos textos sobre comunicação de dados; Ricardo Vidal de Souza Camargo, Lairto José dos Santos, Eduardo Rezende e Tiago Trancoso pelas informações sobre produtos e pelas valorosas sugestões na revisão e aplicação do método proposto, na análise dos dados de clientes e na formação da amostra de dados; Hélio Bittencourt pelas informações sobre SGTUP; Juliano Debortoli pelas 'dicas' de programação; Evando Natal Fernandes de Oliveira pelas informações de geoprocessamento na empresa; Édison Eduardo Aguiar e Marcelo Monteiro Macedo pelos mapas temáticos; Christiane Montenegro Bortoleto pela revisão dos capítulos e auxílio nas pesquisas na Internet e a todos os amigos e familiares pelo estímulo e colaboração durante este período.

Ao 'Bob' por não perder as informações e mantê-las sempre disponíveis.

*“Navigare necesse,
Vivere non est necesse.”*
Pompeu (106-48 a.C.)

SUMÁRIO

Dedicatória	iii
Agradecimentos	iv
Sumário	vi
Lista de Figuras	xi
Lista de Gráficos	xiii
Lista de Quadros	xiv
Lista de Tabelas	xv
Lista de Siglas e Abreviaturas	xvi
Resumo	xxii
Abstract	xxiii
 CAPÍTULO I – Introdução	 1
1.1 Contextualização	1
1.2 Definições	3
1.3 Identificação do Problema	3
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo Geral	5
1.4.2 Objetivos Específicos	5
1.5 Justificativa	5
1.6 Escopo da Pesquisa	6
1.7 Estrutura do Trabalho	7
 CAPÍTULO II – Privatização	 9
2.1 Introdução	9
2.2 Período de Nacionalização – Estado Empreendedor	10
2.3 As Privatizações	11
2.4 Privatizações no Brasil	12
2.4.1 Privatização no Governo Militar (1964/1985)	12
2.4.2 Privatização no Governo José Sarney (1985/1989)	13
2.4.3 Privatização no Governo Collor (1990/1992)	14
2.4.4 Privatização no Governo Itamar Franco (1992/1994)	15

2.4.5	Privatização no Governo Fernando Henrique Cardoso (1995/2002) ...	16
2.4.6	Privatização das Telecomunicações no Brasil	17
2.4.6.1	Nascimento das Operadoras	17
2.4.6.2	Reorganização e Estatização	18
2.4.6.3	Desenvolvimento	19
2.4.6.4	Desaceleração	20
2.4.6.5	A Nova Onda	21
2.4.6.6	Falência do Modelo Estatal	22
2.4.6.7	Preparativos para a Privatização	23
2.4.6.8	Os Modelos	28
2.4.6.9	Reestruturação da Telebrás	30
2.4.6.10	O Leilão da Telebrás	32
2.4.6.11	Pós-Privatização	33
2.5	Conclusão	38
 CAPÍTULO III - Redes de Telecomunicações		40
3.1	Introdução	40
3.2	Redes de Telecomunicações	41
3.3	Composição das Redes de Telecomunicações	41
3.3.1	Comutação	42
3.3.1.1	Família Trópico	49
3.3.1.2	Classificação das Centrais	49
3.3.1.3	Encaminhamento	50
3.3.1.4	Sinalização da Central	51
3.3.1.5	Áreas Locais, Preços e Tarifas	52
3.3.1.6	Rede Digital Integrada e Rede Digital de Serviços Integrados	53
3.3.1.7	Redes Inteligentes	57
3.3.1.8	Evolução do Segmento Comutação	57
3.3.2	Transmissão	58
3.3.2.1	Hierarquias na Transmissão Digital	60
3.3.2.2	Modo de Transferência Assíncrono – ATM	62
3.3.2.3	Componentes e Interfaces da Rede ATM	65
3.3.2.4	Evolução do Segmento Transmissão	66

3.3.2.5	No Brasil	67
3.3.3	Infra-estrutura	69
3.3.3.1	Evolução do Segmento Infra-estrutura	72
3.3.4	Rede	73
3.3.4.1	Fibra Óptica	78
3.3.4.2	Digitalização da Rede Metálica	84
3.3.4.3	Evolução do Segmento Rede	85
3.3.4.4	Área de Tarifa Básica – ATB	86
3.4	Telefonia Móvel Celular	89
3.5	<i>Wireless Local Loop</i> – WLL	92
3.6	Telefonia Celular no Brasil	94
3.6.1	Sistema Móvel Celular – SMC	94
3.6.2	Serviço Móvel Pessoal – SMP	95
3.7	Conclusão	95

CAPÍTULO IV – Redes de Computadores Apoiadas sobre Redes de Telecomunicações 97

4.1	Introdução	97
4.2	Evolução dos Sistemas de Computação	98
4.2.1	Formação das Redes	99
4.2.2	Arquiteturas, Padrões e Protocolos de Redes	101
4.2.3	Sistema Operacional de Rede (Software de Rede)	104
4.3	Das Redes Locais às Redes Geograficamente Distribuídas	105
4.3.1	Comutação por Circuito e Comutação por Pacotes	107
4.3.2	Uso da Rede de Telecomunicações	108
4.3.2.1	Serviço de Linha Dedicada Digital – SLDD	109
4.3.2.2	Rede de Pacotes X.25	108
4.3.2.3	<i>Frame Relay</i> – FR	112
4.3.2.4	<i>Internet Protocol</i> – IP	117
4.3.2.5	<i>Asynchronous Transfer Mode</i> – ATM	118
4.4	Comunicação de Dados no Brasil	118
4.5	Produtos/Serviços Oferecidos pelas Operadoras	120
4.6	Conclusão	122

CAPITULO V – Convergência de Redes	123
5.1 Introdução	123
5.2 Telefonia IP	124
5.3 Protocolos para VoIP	126
5.3.1 Sinalização	127
5.3.1.1 Arquitetura H.323 do ITU-T	127
5.3.1.2 Arquitetura SIP do IETF	128
5.3.2 Controle de <i>Gateway</i>	129
5.3.2.1 MGCP e MEGACO	129
5.3.3 Mídia (Voz)	129
5.3.3.1 <i>Real-Time Transport Protocol</i> – RTP	129
5.3.3.2 <i>Real-Time Transport Control Protocol</i> – RTCP	130
5.4 Qualidade	130
5.5 Segurança	132
5.6 Migração para VoIP	134
5.7 Next Generation Network – NGN	135
5.7.1 Arquitetura da NGN	136
5.7.2 Migração para uma NGN	137
5.8 NGN no Brasil	139
5.9 Outras Convergências	140
5.10 Conclusão	142
 CAPÍTULO VI – Geoprocessamento nas Telecomunicações	 143
6.1 Introdução	143
6.2 Sistemas de Informações Geográficas – SIG	143
6.3 Sistemas AM/FM/GIS	145
6.4 SIG nas Telecomunicações	147
6.5 SIG na Telebrás	150
6.5.1 Projeto SAGRE	151
6.6 SIG na Telefonia Fixa	152
6.7 SIG na TELESC	153
6.8 SIG na Brasil Telecom S.A.	155
6.9 Conclusão	156

CAPITULO VII – Método Para Prospeção de Mercado de Dados	157
7.1 Introdução	157
7.2 Segmentação do Mercado	157
7.2.1 Segmentação do Mercado na BrT	158
7.3 Classificação Nacional de Atividades Econômicas	159
7.4 Descrição do Método	161
7.5 Implementação do Sistema	166
7.5.1 Softwares e Hardware para Implementação do Sistema	166
7.5.2 Bases de Dados	166
7.5.3 Agrupamento das Bases de Dados	171
7.6 Operação do Sistema	174
7.6.1 Fluxograma da Consulta	174
7.6.2 Funcionalidades do Sistema para uma Consulta Típica	176
7.6.2.1 Pesquisa por Produto	176
7.6.2.2 Pesquisa por CNAE	182
7.7 Estudo de Caso – Mercado <i>Frame Relay</i>	184
7.7.1 Escolha do Produto	184
7.7.2 Escolha do Cliente e Definição de seu Perfil	184
7.7.3 Pesquisa de Clientes nas Bases de Dados	185
7.7.4 Premissas Consideradas	185
7.7.5 Considerações Quanto ao Retorno de Investimento	186
7.7.6 Resultados das Pesquisas	188
7.7.7 Conclusão sobre os Resultados das Pesquisas	190
7.8 Considerações sobre o Método Aplicado	191
7.9 Conclusão	195
 CAPITULO VIII – Conclusões e Recomendações	 197
8.1 Conclusões	197
8.2 Recomendações de Trabalhos Futuros	198
 Referências Bibliográficas	 200

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Sistema Telebrás antes da Reestruturação	30
Figura 2.2	Sistema Telebrás após a Reestruturação: uma <i>Holding</i> Nacional	31
Figura 2.3	Sistema Telebrás após a Reestruturação: três <i>Holdings</i> Regionais .	31
Figura 2.4	Sistema Telebrás após a Reestruturação: oito <i>Holdings</i> Celulares ..	32
Figura 3.1	RDSI-FE e RDSI-FL e seus Modos de Transferência	55
Figura 3.2	Evolução da Comutação no Sistema Telefônico	58
Figura 3.3	Modelos OSI e ATM	64
Figura 3.4	Configuração Física de uma Rede ATM	66
Figura 3.5	Evolução da Transmissão no Sistema Telefônico	67
Figura 3.6	Exemplo de Rede de Transmissão	68
Figura 3.7	Evolução da Infra-estrutura no Sistema Telefônico	72
Figura 3.8	Evolução da Rede no Sistema Telefônico	86
Figura 3.9	Informações de ATB Contidas nos Mapas	88
Figura 3.10	Topologia Típica do WLL	93
Figura 4.1	Arquitetura TCP/IP Comparada ao Modelo OSI	102
Figura 4.2	Relação Entre o Modelo OSI e o Sistema Operacional de Rede	104
Figura 4.3	Esquema de Uso do SLDD	109
Figura 4.4	X.25 na Hierarquia de Protocolos OSI da ISO	111
Figura 4.5	Esquema de Uso do X.25	112
Figura 4.6	Formato do <i>Frame</i>	114
Figura 4.7	Esquema de uma Rede <i>Frame Relay</i>	115
Figura 4.8	Site Oferecendo Produtos e Serviços para Transmissão de Dados .	121
Figura 5.1	Infra-estrutura de VoIP	126
Figura 5.2	Estrutura em Camadas dos Principais Protocolos para VoIP	126
Figura 5.3	Componentes e Arquitetura da Rede H.323	127
Figura 5.4	Redes Privadas Virtuais	133
Figura 5.5	Arquitetura NGN	137
Figura 5.6	Migração para uma NGN	138

Figura 6.1	Telas do Aplicativo SGTUP	155
Figura 7.1	Esquema do Método Proposto	162
Figura 7.2	Esquema da Tabela da Secretaria da Fazenda	167
Figura 7.3	Distribuição das Empresas Segundo a Secretaria da Fazenda	168
Figura 7.4	Esquema da Tabela da Base Externa	168
Figura 7.5	Esquema da Tabela da FIESC	169
Figura 7.6	Distribuição das Indústrias Segundo a FIESC	169
Figura 7.7	Esquema da Tabela do IBGE	170
Figura 7.8	Distribuição da População Projetada para 2004	170
Figura 7.9	Esquema da Tabela da CNAE	171
Figura 7.10	Relacionamento Entre as Tabelas de Clientes, CNPJ e CNAE	171
Figura 7.11	Esquema da Tabela de Faturamento	172
Figura 7.12	Esquema da Tabela de Informações Técnicas	173
Figura 7.13	Gráficos de Tráfego de Dados em uma Rede <i>Frame Relay</i>	173
Figura 7.14	Fluxograma da Consulta por Produto	175
Figura 7.15	Seqüência de Telas para Selecionar um Produto de Dados	177
Figura 7.16	Exemplo de Tela com Dados a Serem Exportados para um SIG	178
Figura 7.17	Seqüência de Telas para Obter Perfil do Usuário (Empresa Modelo)	179
Figura 7.18	Seqüência de Telas para Pesquisa da CNAE na Base da Secretaria da Fazenda	181
Figura 7.19	Seqüência de Telas Quando a Pesquisa é Feita pela CNAE	183
Figura 7.20	Localização de Filiais Versos Locais de Acesso ao Produto	186
Figura 7.21	Rendimento Nominal Mensal em R\$ por Município	194

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1	Evolução da Densidade Telefônica	35
Gráfico 2.2	Evolução da Comunicação de Dados	35
Gráfico 7.1	Segmentação do Mercado de Telecomunicações	159
Gráfico 7.2	Percentual de Empresas nos Grupos 1 e 2	188
Gráfico 7.3	Distribuição Percentual de Empresas Pesquisadas	189

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Empresas do Sistema Telebrás Antes da Reestruturação	25
Quadro 2.2	Regiões e Setores do Plano Geral de Outorgas	26
Quadro 2.3	Re-arranjo de Grupos para a Privatização	32
Quadro 2.4	Resultado do Leilão da Telebrás	33
Quadro 2.5	Tributação Sobre Telecomunicações	36
Quadro 2.6	Evolução da Telefonia Fixa e Celular no Brasil	37
Quadro 3.1	Hierarquias Digitais Plessiócronicas	60
Quadro 3.2	Sinais SDH e SONET	61
Quadro 4.1	Descrição dos Campos do <i>Frame</i>	114
Quadro 5.1	Comparação das Redes Atuais com a NGN	136
Quadro 6.1	Quadro Comparativo entre AM/FM e SIG	147
Quadro 6.2	Sistemas Encontrados nas Operadoras de Telecomunicações	148
Quadro 7.1	Composição da CNAE-Fiscal	160
Quadro 7.2	Exemplo de Uso da CNAE e CNAE-Fiscal	160
Quadro 7.3	Descrição das Seções	161
Quadro 7.4	Percentuais de Circuitos FR por Classe CNAE	184

LISTA DE TABELAS

Tabela 7.1	Proposta de Tabela para Análise de Atendimento ao Usuário	187
Tabela 7.2	Relação entre Grupo 1 e Grupo 2	189

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Access	Software de Banco de Dados da Microsoft
AD	Armário de Distribuição
ADABAS	Gerenciador de Banco de Dados da Software A.G.
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>
AM	Amplitude Modulada
AMPS	<i>Advanced Mobile Phone Service</i>
AM/FM	<i>Automated Mapping / Facilities Management</i>
Anatel	Agência Nacional de Telecomunicações
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
ARCVIEW	GIS desenvolvido pela ESRI
ARPA	<i>Advanced Research Projects Agency</i>
ARPANET	<i>Advanced Research Projects Agency Network</i>
ASR	Área de Serviço Remoto
ASRO-P	Área de Serviço Remoto Óptico com SS Atendida por Cabo Alimentador de Pares Metálicos
ASRO-UR	Área de Serviço Remoto Óptico com SS Atendido por Unidades Remotas
ATB	Área de Tarifação Básica
ATM	<i>Asynchronous Transfer Mode</i>
BECN	<i>Backward Explicit Congestion Notification</i>
Bellcore	<i>Bell Communications Research</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BrT	Brasil Telecom S.A.
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
Cade	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CATV	<i>Community Antenna Television</i>
CBT	Código Brasileiro de Telecomunicações
CCC	Central de Comutação e Controle
CCITT	<i>Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique</i>
CD	Caixa de Distribuição
CDDI	<i>Copper Distributed Data Interface</i>
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
Chesf	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CIR	<i>Committed Information Rate</i>
CNAE	Classificação Nacional das Atividades Econômicas
Codec	Codificador e Decodificador

CODEC	Controle de Desempenho de Clientes (sistema da BrT)
CONCLA	Comissão Nacional de Classificação
Contel	Conselho Nacional de Telecomunicações
CP	Cabo Primário
CPqD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás
C/R	<i>Command/Response</i>
CS	Cabo Secundário
CT	Central Telefônica
CVP	Circuito Virtual Permanente (ver PVC)
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
D-AMPS	<i>Digital AMPS</i>
DCE	<i>Data Communicating Equipments</i>
DE	<i>Discard Eligibility</i>
DEC	<i>Digital Equipment Corporation</i>
DECnet ou DNA	<i>Digital Network Architecture</i>
Dentel	Departamento Nacional de Telecomunicações
DLCI	<i>Data Link Connection Identifier</i>
DQDB	<i>Distributed Queue Dual Bus</i>
EA	<i>Extension Address</i>
E-AMPS	<i>Extended AMPS</i>
ECD	Equipamentos de Comunicação de Dados
EIR	<i>Excess Information Rate</i>
Embratel	Empresa Brasileira de Telecomunicações
ER	Estágio Remoto
ERB	Estações Rádio Base
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
ETA	Estação Terminal de Assinante
ETD	Equipamentos Terminais de Dados
EVA	<i>Economic Value Added</i>
Excel	Planilha de Cálculo da Microsoft
FATB	Fora da Área de Tarificação Básica
FCS	<i>Frame Check Sequence</i>
FDDI	<i>Fiber Distributed Data Interface</i>
FDM	<i>Frequency Division Multiplexing</i>
FDMA	<i>Frequency Division Multiple Access</i>
FECN	<i>Forward Explicit Congestion Notification</i>
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina

FM	Frequência Modulada
FNT	Fundo Nacional de Telecomunicações
FO	Fibra Óptica
FR	<i>Frame Relay</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
FSK	<i>Frequency Shift Keying</i>
FTTB	<i>Fiber To The Business</i>
FTTC	<i>Fiber To The Curb</i>
FTTH	<i>Fiber To The Home</i>
FTTO	<i>Fiber To The Office</i>
FTTR	<i>Fiber To The Riser</i>
FTTZ	<i>Fiber To The Zone</i>
FWA	<i>Fixed Wireless Access</i>
GIS	<i>Geographic Information Systems (ver SIG)</i>
GPS	<i>Global Position System</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communication</i>
GVT	<i>Global Village Telecom</i>
HDSL	<i>High-bit-rate Digital Subscriber Line</i>
HFC	<i>Hybrid Fiber Coax</i>
HFR	<i>Hybrid Fiber Radio</i>
HTTP	<i>Hypertext Transport Protocol</i>
IAB	<i>Internet Architecture Board</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEC	<i>International Engineering Consortium</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IMT-2000	<i>International Mobile Telecommunications – 2000</i>
IMTS	<i>Improved Mobile Telephone System</i>
Internet	<i>Interconnected Network</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IS54	<i>Interim Standard 54</i>
ISIC	<i>International Standard Industrial Classification</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISP	<i>Internet Service Provider</i>
ISDN	<i>Integrated Service Digital Network (ver RDSI)</i>
ITU-T	<i>International Telecommunications Union</i>
ITU-T	<i>Telecommunication Standardization Sector of International</i>

Telecommunication Union

JDC	<i>Japanese Digital Mobile Communication</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LDI	Longa Distância Internacional
LDN	Longa Distância Nacional
LBS	<i>Location-Based Services</i>
LPCD	Linha Privada de Comunicação de Dados
MAN	<i>Metropolitan Area Network</i>
MCU	<i>Multipoint Control Units</i>
Megaco	<i>Media Gateway Control</i>
MGCP	<i>Media Gateway Control Protocol</i>
MODEM	Modulador/Demodulador
MPLS	<i>Multiprotocol Level Switching</i>
NATURAL	Linguagem de Programação para Banco de Dados ADABAS
NFS	<i>Network File System</i>
NGN	<i>Next Generation Network</i>
NMT	<i>Nordic Mobile Telecommunications</i>
NNI	<i>Network Node Interface</i>
NTT	<i>Nippon Telegraph e Telephone</i>
OSI	<i>Open System Interconnection</i>
PABX	<i>Private Automatic Branch Exchange</i>
PAD	<i>Packet Assembler/Disassembler</i>
PASTE	Programa de Ampliação e Recuperação do Sistema de Telecomunicações e Sistema Postal
PCM	<i>Pulce Code Modulation</i>
PCS	<i>Personal Communication Services</i>
PDC	<i>Personal Digital Communication</i>
PDH	<i>Plesyochronous Digital Herarchies</i>
Petrobrás	Petróleo Brasileiro S.A.
PGMQ	Plano Geral de Metas de Qualidade
PGMU	Plano Geral de Metas de Universalização
PIR	<i>Peak Information Rate</i>
PND	Programa Nacional de Desestatização
POTS	<i>Plain Old Telephone Service</i>

PSTN	<i>Public Switched Telephonic Network</i> (ver RTPC)
PVC	<i>Permanent Virtual Circuits</i> (ver CVP)
QoS	<i>Quality of Service</i>
RAS	<i>Remote Access Service</i>
RBOC	<i>Regional Bell Operating Companies</i>
RDSI	Rede Digital de Serviços Integrados (ver ISDN)
RDSI-FE	Rede Digital de Serviços Integrados de Faixa Estreita
RDSI-FL	Rede Digital de Serviços Integrados de Faixa Larga
RENPAc	Rede Nacional de Pacotes
RFC	<i>Request For Comment</i>
ROP	Rede Óptica Primária
RTCP	<i>Real-Time Control Protocol</i>
RTP	<i>Real-time Transfer Protocol</i>
RTPC	Rede Telefônica Pública Comutada
RSVP	<i>Resource reSerVation Protocol</i>
SAC	Sistema de Atendimento ao Cliente
SAF	Sistema de Atendimento Financeiro
SAGRE	Sistema Automatizado de Gerenciamento da Rede Externa
SCT	Seção de Controle de Transmissão
SDH	<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>
SDSL	<i>Symmetric Digital Subscriber Line</i>
Sest	Secretaria Especial de Controle das Estatais
SIG	Sistemas de Informações Geográficas (ver GIS)
SIM	<i>Subscriber Identification Module</i>
SIP	<i>Session Initial Protocol</i>
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SGTUP	Sistema de Gerência de Telefones de Uso Público
SLDD	Serviço de Linha Dedicada Digital
SMC	Serviço Móvel Celular
SMP	Sistema Móvel Pessoal
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
SNA	<i>Systems Network Architecture</i>
SNT	Sistema Nacional de Telecomunicações
SOHO	<i>Small Office Home Office</i>
SONET	<i>Synchronous Optical Network</i>
SPMD	Sistema de Prospeção de Mercado de Dados
SRF	Secretaria da Receita Federal

SS	Seção de Serviço
SS7	<i>Signalling System Number 7</i>
SSAO	Seção de Serviço com Acesso Óptico
STFC	Sistema Telefônico Fixo Comutado
STM	<i>Synchronous Transport Modules</i>
STS	<i>Synchronous Transport Signal</i>
SVC	<i>Switched Virtual Circuits</i>
TA	Terminal de Assinante
TACS	<i>Total Access Communications System</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i>
TDM	<i>Time Division Multiplexing</i>
TDMA	<i>Time Division Multiple Access</i>
Telebrás	Telecomunicações Brasileiras S.A.
TUP	Telefone de Uso Público
UCS	Unidade Controladora do Sistema
UNI	<i>User Network Interface</i>
USG	Unidade de Supervisão e Gerência
UTM	<i>Universal Transversa de Mercator</i>
VC	<i>Virtual Circuit</i>
VDSL	<i>Very High Bit Rate Digital Subscriber Line</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i>
VLSI	<i>Very Large Scale Integration</i>
VLAN	<i>Virtual Local Area Network</i>
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
VoIP	<i>Voice over IP</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>
WDM	<i>Wavelength Division Multiplexing</i>
WLAN	<i>Wireless LAN</i>
WLL	<i>Wireless Local Loop</i>
WWW	<i>World-Wide Web</i>
W-CDMA	<i>Wideband CDMA</i>

RESUMO

Os estudos sobre demanda de dados e voz têm indicado um aumento significativo do tráfego de dados frente ao tráfego de voz. Este crescimento é resultado do avanço das indústrias de informática e de telecomunicações que por sua vez tem convergido para uma nova geração de redes de comunicação. Particularmente no Brasil em 1998 o mercado de comunicação de dados contava com pouco mais de 4 milhões de acessos. Para 2005 há uma previsão de que este valor atinja 35 milhões de acessos. Paralelo a este crescimento surge um mercado altamente competitivo, decorrente da privatização do Sistema Telebrás, no qual cada cliente é disputado por mais de uma operadora. Saber quem são, onde estão e como atender esses clientes tornou-se questão fundamental para as operadoras de telecomunicações. Este trabalho propõe um método para prospectar o mercado a procura de clientes de produtos/serviços de dados. O método está baseado na pesquisa de clientes com perfis semelhantes, considerando principalmente a classificação da sua atividade econômica. O método propõe a utilização de um Sistema de Informações Geográficas, para gerar mapas temáticos de localização de cliente e topologia da rede de dados, no intuito de fornecer subsídios para uma efetiva gerência de planejamento e de atendimento aos clientes. O método foi aplicado, num estudo de caso, ao produto *Frame Relay*, no Estado de Santa Catarina. Os resultados foram significativos e animadores. As informações geradas chamaram a atenção tanto para a conquista de novos clientes como para a reconquista de clientes que estavam na concorrente. O método foi aplicado nas áreas de clientes ADSL, SOHO e SMP com boa aceitação e serviu de modelo para o desenvolvimento de soluções ao cliente.

Palavras chave: mercado de dados; produtos e serviços de dados; privatização das telecomunicações; telecomunicações; Sistemas de Informações Geográficas.

ABSTRACT

Studies on data and voice demand indicate a significant increase of the data traffic over the voice one. This growth results from the advance of computer and telecommunication industries that have converged to a new generation of communication nets. In Brazil, in 1998, data communication market had little more than 4 million accesses. There's a forecast that this value reaches 35 million accesses in 2005. Along with this growth, there's a competitive market resulted from the Telebras System privatization, in which many companies dispute each customer. Knowing who the customers are, where they are and how to take care of them has become the main question for telecommunication operators. This work suggests a method to search potential customers for data products/services based on the search of customers with similar profiles, considering their economic activity classification. This method assumes the use of a Geographic Information System to generate thematic maps of customer localization and data net topology, and also to support an effective planning management and customer attendance. The method was applied to the Relay Frame product in Santa Catarina. The results had been significant and positive. The generated information had called attention for getting new customers as well as for recovering customers who were in the competitor. The method was applied with good acceptance in areas with ADSL, SOHO and SMP customers and it served as a model for customer solution development.

Key words: data market; data products and services; telecommunication privatization; telecommunication; Geographic Information Systems.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

“Meu Deus! Isto fala.”
D. Pedro II

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

É inegável a influência que as telecomunicações têm atualmente no cotidiano das pessoas em todo o mundo. Através delas é possível antepor situações contrastantes, como assistir confortavelmente diante de um computador um ataque aéreo que está ocorrendo, no mesmo instante, praticamente no outro lado do mundo¹. Porém as telecomunicações não estão presentes somente como suporte a mídia, Penso (2001), alerta para a noção, ratificada em vários simpósios internacionais, de que as telecomunicações têm sido o setor pivô de suporte aos negócios e ao desenvolvimento, no que Acevedo e Linares (2001) concordam ao afirmarem que elas são o setor de maior dinamismo da indústria, sendo a alavanca propulsora do desenvolvimento dos segmentos produtivos e de serviços dos países.

Se hoje, o desenvolvimento das telecomunicações tem reflexos na economia², na sociedade e na vida de cada pessoa, nem sempre foi assim. Houve um tempo em que o telefone foi considerado um “brinquedo elétrico”³, cujo investimento era um mau negócio quando comparado ao do telégrafo.

Na história das telecomunicações, observa-se que a evolução destas anda a par e passo com o desenvolvimento das tecnologias de ponta, tais como transistor, circuito integrado, satélite, fibra óptica e laser. Um dos maiores saltos, talvez tenha sido a união das telecomunicações com a informática. Originalmente separadas, ocorreu um momento em que o desenvolvimento de uma dependia do da outra e

¹ Uma alusão a transmissão pela internet da guerra EUA-Iraque.

² Em 1984 a Comissão para o Desenvolvimento Mundial das Telecomunicações apontava para o fato de que a falta de infra-estrutura de telecomunicações nos países em desenvolvimento impedia seu crescimento econômico.

³ Na história das telecomunicações o telégrafo precedeu a invenção do telefone, de modo que quando surgiu o telefone as empresas de telégrafo eram grandes e estavam bem estruturadas. Nesta ocasião Gardiner Hubbard propôs vender todas as patentes de Graham Bell para a Western Union Company, companhia de telégrafo americana.

vice-versa, culminando com a popularização da Internet e toda uma revolução na forma de comunicação e de fazer negócio.

Nota-se também, com relação ao uso das telecomunicações, uma tendência muito forte no sentido de que o tráfego de voz será superado pelo tráfego de dados⁴ nos próximos anos. Isto tem levado as empresas de telecomunicações a darem especial atenção as receitas geradas por produtos/serviços de dados, quando são elaborados os planos anuais de investimento.

No contexto organizacional, constata-se que, nos últimos vinte anos, vários países têm aderido ao processo de reestruturação das suas operadoras de telecomunicações. No início do ano de 2002, mais da metade dos países do mundo tinham privatizado total ou parcialmente suas tradicionais operadoras⁵.

Influenciado por esta onda internacional, hoje o Brasil vive um momento ímpar nas telecomunicações. Após um período de monopólio estatal, o setor encontra-se desregulamentado. O país foi dividido em quatro regiões⁶, três delas atendidas por *holdings* regionais e uma quarta atendida por uma *holding* nacional⁷, Todas oriundas da reorganização do extinto Sistema Telebrás. As operadoras regionais passaram a competir em cada estado com novos *players*⁸, na disputa de clientes que desejassem efetuar ligações locais⁹. Nas ligações dentro de uma mesma região, as operadoras competem com as empresas que efetuavam ligações de longa distância. Nas ligações entre regiões, a disputa ficou, a princípio, somente entre as operadoras de longa distância¹⁰. Em 2004, a Anatel liberou as operadoras regionais a atuarem nacionalmente. Neste ambiente de competitividade acirrada, a manutenção e prospecção de clientes são de extrema importância para a saúde financeira das empresas de telecomunicações.

⁴ No contexto deste trabalho, pelas linhas telefônicas trafegam sinais de voz e sinais de dados. Sinais de voz referem-se a comunicação sonora entre duas ou mais pessoas. Sinais de dados é tudo que não for sinal de voz, em geral, gerados por computador ou equipamentos digitais, como por exemplo: arquivos com informações alfa-numéricas, imagens, fotos, vídeos, músicas.

⁵ Operadoras que tiveram origem em investimento estatal.

⁶ No Capítulo sobre Privatização encontram-se maiores detalhes a respeito das quatro regiões.

⁷ Região I atendida pela Telemar; Região II atendida pela Brasil Telecom, Região III atendida pela Telefônica e Região IV atendida pela Embratel.

⁸ Jargão que identifica as novas operadoras de telecomunicações que não se originaram do antigo sistema Telebrás.

⁹ Ligação local é aquela efetuada dentro de uma mesma área local. Particularmente em Santa Catarina as áreas locais coincidem com as áreas de municípios. As ligações locais pagam degrau zero na tabela de tarifação.

¹⁰ Quando da privatização atuavam no âmbito nacional a Embratel e Intelig.

1.2 DEFINIÇÕES

Para melhor compreensão do texto, alguns jargões das telecomunicações estão definidos a seguir:

dados: são informações geradas por computador, em contraste com a voz que é gerada pelo ser humano;

mercado de dados: clientes atuais ou futuros que usam (ou usarão) as telecomunicações para transmissão de informações geradas por computadores;

mercado de voz: clientes atuais ou futuros que usam (ou usarão) as telecomunicações para transmissão de voz;

operadora: refere-se a qualquer operadora de telecomunicações;

produtos de dados: são tecnologias oferecidas pelas operadoras para transmissão de dados dos clientes. Em geral o nome do produto identifica a tecnologia adotada, a exemplo do ATM, *Frame Relay* e IP;

produtos de voz: são tecnologias voltadas para a comunicação de voz e que oferecem facilidades ao cliente, por exemplo, identificador de chamada¹¹ e secretária eletrônica¹²;

produtos/serviços: para o escopo deste trabalho produtos e serviços são tratados como sinônimos.

Com estas definições procura-se dirimir possíveis dúvidas que venham ocorrer no entendimento do texto deste trabalho.

1.3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

No ano da privatização do Sistema Telebrás, em 1998, o sistema de telecomunicações brasileiro contava com pouco mais de 4 milhões de linhas de comunicação de dados. Conforme Anatel (2000), há uma previsão para 2005 de mais de 30 milhões de usuários, representando um aumento de mais de 750% na quantidade de linhas de comunicação de dados, num período de 7 anos.

Este cenário de crescimento acentuado na comunicação de dados, não é característico do país, mas acompanha uma tendência mundial no setor. É resultado dos avanços tecnológicos, das indústrias de telecomunicações e informática, aliado

¹¹ Identificador de chamada: permite saber qual o número que originou a chamada.

¹² Secretária eletrônica: possibilita gravar uma mensagem para ser escutada posteriormente.

aos baixos custos de produção atingidos. Esta mesma evolução aponta para uma convergência entre ambas as indústrias culminando com a proposta de uma rede de nova geração, focada na otimização de recursos e minimização de custos.

Não bastasse o esforço para atender a esta crescente demanda, a liberalização e privatização do setor das telecomunicações influenciaram na evolução dos serviços de comunicação de dados e apresentam-se como fatores desafiadores para as operadoras. Neste contexto surgiram novos *players* e com eles a concorrência.

Se antes da privatização as empresas procuravam as operadoras em busca de produtos/serviços de transmissão de dados, com a privatização estas empresas passaram a receber a visita de consultores¹³, das diversas operadoras, oferecendo os mesmos produtos, agora com diferencial de competitividade. Promoções de venda, isenção de taxas ou mensalidades são exemplos de oferta na conquista e manutenção de clientes. Portanto, saber quem são e onde estão os clientes é questão vital para a operadora, como também o é saber como atendê-los, qual o investimento a ser realizado e o retorno esperado. Chegar primeiro no cliente e apresentar soluções econômicas e criativas confere a operadora uma postura agressiva e salutar no mercado. Para que isto ocorra é necessário um método que auxilie no planejamento periódico da demanda de dados.

Pelo curto período de tempo entre a privatização e a explosão no crescimento do tráfego de dados, preconizada em publicações como Anatel (2000), Ericsson Review n.3 (1999) e Krogfoss e Piro (2001), a operadora não desenvolveu uma metodologia voltada para o estudo do mercado de dados e que atendesse as necessidades das áreas de planejamento e marketing. Soluções paliativas, como identificação de empresas, através do conhecimento público de sua marca, ou solicitações de listas de indústrias e empresas para as federações ou associações, eram meios de obtenção da relação de possíveis clientes.

A maneira com são realizados os estudos de crescimento do mercado de dados não segue uma sistemática. Observa-se que, a cada ano, uma nova forma de executar estes estudos é realizada. Estas mudanças são causadas em parte pela substituição das pessoas envolvidas no processo, seja elas mentoras ou executoras do processo, e pela necessidade em informações mais detalhadas e refinadas a

¹³ Para o escopo deste trabalho, os consultores são funcionários da operadora que atuam junto ao cliente, orientando-o na compra do melhor produto/serviço de dados para sua empresa.

cada avaliação do mercado.

1.4 OBJETIVOS

Diante do que ficou exposto na identificação do problema no item 1.3, seguem os objetivos geral e específicos deste trabalho.

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é propor um método para identificação da potencialidade do mercado de clientes de produtos de dados, com foco em operadora de Sistema de Telefonia Fixo Comutado, utilizando um Sistema de Informações Geográficas.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) obter um panorama da privatização das telecomunicações no Brasil;
- b) resgatar o histórico das transformações que ocorreram no setor de telefonia no Brasil e no mundo;
- c) revisar o desenvolvimento tecnológico do setor de informática utilizando as redes de telecomunicações e sua tendência futura;
- d) ampliar o conhecimento com relação aos produtos formadores de rede de computadores;
- e) aplicar o método proposto no produto *Frame Relay*; e
- f) avaliar os resultados da aplicação do método no ambiente da operadora.

1.5 JUSTIFICATIVA

A operadora elabora seu ciclo de planejamento para um período de quatro anos reavaliado ano a ano. Nestes ciclos são analisados comportamentos dos clientes, perspectivas de crescimento do mercado, posicionamento dos produtos/serviços no mercado, ciclos de vidas dos produtos, comportamento do

mercado dentro e fora do país, investimentos e receitas para o período, dentre outros itens.

Para a saúde financeira da empresa é necessário que os investimentos feitos em tecnologia, serviços e produtos estejam alocados exatamente onde está o mercado, o mais próximo possível do cliente. Investimentos escassos podem implicar em desembolsos não previstos ou até mesmo em perda de clientes. Investimentos em excesso dificilmente terão retorno no tempo previsto. Investimentos erroneamente alocados, poderão exigir novos recursos financeiros para melhor alocar os produtos e serviços com relação ao cliente.

Saber onde estão os clientes e disponibilizar produtos e serviços em suas áreas geográficas requer da operadora métodos e processos que atuem nas áreas de planejamento e marketing. Primeiro informando onde deverão ser feitos os investimentos e segundo avaliando a receita proveniente do mercado.

Investimentos corretamente aplicados traduzem-se pela disponibilização de acessos e melhorias da comunicação de dados. Segundo Krogfoss e Pirot (2001), melhorias de comunicação de dados, mais que melhorias de comunicação de voz, resultaram em ganhos de produtividade significativos. Estes ganhos de produtividade reforçam a confiança que o cliente deposita na operadora e conseqüentemente em seus profissionais, produtos e serviços. Por outro lado, cliente satisfeito representa retorno de investimento e caminho aberto para sua fidelização.

Com esta justificativa, o método proposto pretende ser uma ferramenta para identificar possíveis clientes de produtos de dados, empresariais ou corporativos, para que sejam tomadas ações de conquista, com o intuito de manter e aumentar a base de usuários, aumentar o faturamento da empresa e mantê-la atrativa quanto à aplicação/manutenção de investimentos por parte dos acionistas.

Planejamentos bem elaborados, com estimativas de investimentos e receitas bem definidos dão segurança aos acionistas, tornam mais claros os rumos da operadora e permitirão que ela se antecipe às necessidades do cliente.

1.6 ESCOPO DA PESQUISA

Este trabalho tem como escopo o mercado de dados do Estado de Santa Catarina, no âmbito da operadora de telefonia fixa Brasil Telecom S.A. através da

filial que atua no estado, com ênfase no produto de dados *Frame Relay*.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em oito capítulos, nos quais foram abordados temas considerados importantes para o seu desenvolvimento. Procurou mostrar os fatos que culminaram com o atual cenário de telecomunicações no país, como a privatização, a evolução tecnológica dos setores de telecomunicação e informática e a convergência de ambos para uma nova estrutura de rede. Aborda o geoprocessamento nas telecomunicações e propõe um método para prospecção de mercado de produtos de dados, que adota SIG como elemento concentrador e disponibilizador de informações.

O **primeiro capítulo** fornece uma visão geral da problemática em estudo, contextualizando-a no ambiente competitivo das telecomunicações. Define alguns termos usados em telecomunicações. Identifica o problema, os objetivos geral e específicos e discorre sobre a justificativa. Aborda o escopo e a estrutura do trabalho.

O **segundo capítulo**, fornece uma revisão bibliográfica com o resgate histórico de como o país, sendo um Estado empreendedor torna-se um Estado regulador. Mostra a evolução das empresas de telecomunicações, iniciando como empresas privadas no tempo do império, passando pelo monopólio estatal e retornando ao setor privado. O capítulo enfatiza que o processo de privatização não foi único para o setor das telecomunicações, nem se restringiu ao período em que esta ocorreu. Já vem ocorrendo desde o período da ditadura militar e abrangeu vários setores como das indústrias química e de fertilizantes. O foco do capítulo está na privatização do Sistema Telebrás. No final do capítulo são mostrados os gráficos de teledensidade e de comunicação de dados com projeção até 2005 e um quadro da tributação sobre telecomunicações no Brasil e em outros países.

O **terceiro capítulo** fornece uma descrição das redes de telecomunicações destacando os segmentos de comutação, envolvendo as centrais telefônicas, de transmissão, onde são focadas as tecnologias PDH, SDH e ATM, de infra-estrutura e de rede. Finaliza o capítulo uma abordagem superficial sobre telefonia móvel celular, WLL e SMP.

O **quarto capítulo** fornece uma descrição das redes de computadores que se apóiam sobre as redes telefônicas, para formarem redes de maior abrangência geográfica. São citadas técnicas para formação destas redes com destaque para *Frame Relay*.

O **quinto capítulo** aborda a convergência de redes, uma tendência mundial no sentido de simplificar a gerência das redes e o uso do meio. Enfatiza a qualidade e a segurança dos novos serviços. Destaca a tendência de voz sobre IP e da NGN e destaca o Brasil neste contexto. Cita por último outros tipos de convergências.

O **sexto capítulo** trata do geoprocessamento nas telecomunicações. Inicia com uma visão conceitual para depois posicionar o SIG nas telecomunicações. Na seqüência é tratado do projeto SAGRE na Telebrás e em particular a Telesc. Finaliza com a visão atual do SIG na Brasil Telecom S.A.

O **sétimo capítulo** trata da segmentação de mercado, descreve o método proposto, discorre sobre a implementação de um sistema para suportá-lo, mostra o fluxo de uma consulta e a seqüência de telas para dois tipos de consulta. Faz um estudo de caso usando o produto *Frame Relay*, mostrando os resultados, e termina o capítulo com considerações sobre o método.

O **oitavo capítulo** trata da conclusão e das recomendações para trabalhos futuros.

Por fim, são colocadas, à disposição do leitor, as referências bibliográficas que forneceram o embasamento científico e prático para a elaboração e conclusão deste projeto.

CAPÍTULO II

PRIVATIZAÇÃO

*“O Estado brasileiro é hoje
profundamente incompetente como gerente.”*
José Antônio de Alencastro e Silva

2.1 INTRODUÇÃO

Para Moreira (1994), privatização não é somente o processo de venda de ações das empresas estatais, é, também, a transferência de operação de atividades do serviço público para o setor privado, quer seja ela realizada por autorização, permissão, arrendamento ou concessão. Neste sentido Ohashi (1989) já afirmava que a maneira como a privatização era comercializada dependia das causas que a motivaram e Hanke (1989) endossa dizendo que o atrativo da privatização tem diferentes origens.

Desta forma, o processo de privatização, não pode ser visto fora do contexto político, social, econômico e tecnológico de um país, além disso ela é também um fenômeno legal, na visão de Thomas (1989), devendo ser considerados os interesses globais, os objetivos de sua implantação e até a política externa. A quantidade e a complexidade destas variáveis justifica a grande diversidade que existe nas formas de privatização, o que levou Donahue (1992) a definir o termo privatização como “lamentavelmente impreciso”.

Este capítulo fornece um panorama da situação econômica no mundo desde o começo do século XX. Mostra os fatores que influenciaram no surgimento de um Estado empreendedor e sua evolução para um Estado regulador. Discorre genericamente sobre os antecedentes da privatização para depois abordar o início do processo de privatização na Europa, Estados Unidos e por fim a América Latina. O tópico seguinte aborda o processo de privatização no Brasil, desde o Regime Militar até o Governo Fernando Henrique Cardoso. Em seguida é focalizada a privatização das telecomunicações no Brasil, abrangendo desde o surgimento das operadoras telefônicas, no império, passando por um período de desenvolvimento seguido de declínio e finalizando com a privatização da Telebrás. Uma das maiores

privatizações do setor no mundo. O penúltimo tópico mostra um panorama pós-privatização, abrangendo os quatro primeiros anos com o setor privatizado. No último, uma conclusão discorrendo sobre o novo cenário das telecomunicações no Brasil e no mundo.

2.2 PERÍODO DE NACIONALIZAÇÃO - ESTADO EMPREENDEDOR

Durante o período da Primeira Guerra Mundial (1914-1920), países asiáticos e latino-americanos tiveram a oportunidade de desenvolver suas indústrias, quer fossem para abastecer os países em guerra, quer para suprir o mercado interno, que na ocasião achava-se privado dos produtos importados. Exemplo disto foram as indústrias de tecidos que se instalaram no Brasil devido à falta deste artigo que vinha da Europa.

Com o restabelecimento da paz, verificou-se a importância da produção própria de insumos básicos, como o aço e o petróleo, e a necessidade da manutenção das indústrias recém implantadas, a exemplo da Usina Siderúrgica Mineira, criada em 1917.

A Europa, mais interessada em reabilitar sua economia do que estimular importações, despendia esforços para sua reconstrução, contando principalmente com a participação do Estado, no que Lobo (1975) chamou de “ordenação estatal”. Para o mesmo autor, medidas como altas tarifas protecionistas foram utilizadas, tanto na Europa e Estados Unidos como na América Latina, para proteger a indústria local. Porém faltava nesta última uma infra-estrutura adequada que incrementasse o desenvolvimento industrial. Não havia capital nem investimentos externos, segundo Guerra (1989) e não existiam os estímulos à expansão industrial, conforme atesta Donghi.

Antes da metade do século XX, o mundo ainda sofreu dois duros golpes: a quebra da bolsa de Nova York em 1929 e a Segunda Grande Guerra. O primeiro revelou a fragilidade da economia latino-americana e teve um efeito benéfico para a industrialização da Argentina, Brasil, Chile e México. O segundo fez com que muitas indústrias produzissem para suprir as necessidades da guerra. Com isto diminuiu a concorrência dos produtos estrangeiros na América Latina, as exportações latino-americanas cresceram e o mercado interno expandiu-se, segundo Arruda (1990).

Após a Segunda Guerra Mundial, viu-se novamente a atuação do Estado, agora mais acentuada, na reconstrução dos países, havendo um movimento generalizado de nacionalização que envolveu fatores como: interesse público, disponibilidade de uma rede nacional de serviços, proteção às indústrias emergentes, garantia de aplicações de tecnologia nacional e segurança de empregos, como cita Moreira (1994). Em 1945, a Grã-Bretanha, tendo o Partido Trabalhista no poder, nacionalizou 20% de sua indústria, incluindo carbonífera, energia, telecomunicações, gás e siderurgia. A onda de nacionalização também ocorreu na Noruega, Suécia e Itália. Na França, ela atingiu os setores de carvão, gás, eletricidade, conforme salienta Lobo (1975).

Oposto a um quadro promissor de reerguimento que se instaurava na Europa, a América Latina chegou ao final da guerra com um sistema de transporte deficitário, racionamento de energia elétrica e precário sistema de saneamento nas cidades, conforme relata Donghi. Diante da falta de capacidade de investimento do setor privado, o Estado assumiu, nos anos seguintes, o papel de modernizador, alavancando a economia e atuando nos setores de energia, de transporte, equipamentos e insumos. No Brasil, dos anos 30 até início dos anos 80, adotou-se predominantemente uma política de substituição à importação, modelo inspirado no nacional-desenvolvimento voltado para a economia interna, sem ligação com o exterior, segundo Mancini (1993). Neste período surgiram empreendimentos significativos, como: Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), Companhia Hidrelétrica do São Francisco (Chesf), Petróleo Brasileiro SA (Petrobrás) e Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES), conforme relata Guerra (1989).

De acordo com Lima (1999), após a grande crise de 1926, o mundo capitalista adotou as Teorias de Keynes (1985), onde os governos procuravam incrementar os investimentos públicos, estimular o consumo por meio de uma melhor distribuição de rendas e encorajar a exportação, com foco em uma política de pleno emprego. O Estado começou a interferir diretamente em alguns setores, como indústria, finanças e prestação de serviços, tornando-se um Estado empreendedor.

2.3 AS PRIVATIZAÇÕES

No começo da década de 80, movido por forte convicção ideológica, o

governo britânico realiza um intenso processo de transferência para o setor privado, de atividades até então desempenhadas pelo Estado, segundo Moreira (1994). Após a privatização da British Telecom (BT) o governo inglês promoveu a formação de um duopólio, licenciando a Mercury para atuar no setor, conforme Gorini (1996).

Nos anos seguintes o movimento adquiriu caráter internacional. Programas de privatização atingiram outros países europeus inclusive os socialistas ao leste, como salienta Barletta (1989). No final da década, a privatização chegou a América Latina. A crise econômica dos anos 80 levou seus países a um alto endividamento, obrigando-os a um ajuste fiscal severo, abertura do comércio, privatizações e desregulamentações, notadamente na Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México, conforme Carneiro e Rocha (2000).

Se no governo Thatcher a privatização tinha conotação ideológica, agora ela surge como solução de governo para enfrentar as crises fiscais e o crescente déficit público, como salienta Moreira (1994). Para este autor e Cowan (1989), a privatização deve ser entendida dentro de um contexto maior no qual está inserida a redefinição do papel do Estado.

2.4 PRIVATIZAÇÃO NO BRASIL

Este item discorre sobre as privatizações em geral, iniciando no governo militar de 1964 e finalizando no governo de Fernando Henrique Cardoso. Destaque é dado para a privatização da Telebrás.

2.4.1 Privatização no Governo Militar (1964/1985)

No período militar, a intervenção do Estado na economia era justificada pelo elevado investimento necessário para a produção de insumos e bens básicos e que gerariam baixos e lentos retornos, o que não é capaz de atrair capital privado nacional, segundo Guerra (1989). É quando surgem e florescem as estatais, justificadas por serem serviços públicos de monopólio natural¹⁴.

Em 1974, já havia sinais de abertura política, inclusive com a diminuição da

¹⁴ A classificação de certos mercados como monopólios naturais foi durante muito tempo argumento de defesa pela manutenção do mesmo. Tinha por base o pressuposto de que determinado mercado é pequeno demais para suportar mais do que uma firma operando de forma eficiente, na opinião de Moreira (1994).

interferência do Estado na economia. O país passava pelos reflexos da primeira crise do petróleo com aumento significativo do custo do produto acompanhado de uma recessão internacional. Em 1979, segundo Pinheiro e Giambiagi (2000), foi criada a Secretaria Especial de Controle das Estatais (Sest), com a competência de aprovar anualmente os planos de investimento, importação e outros gastos gerados pelas empresas estatais, o que veio limitar a expansão das referidas empresas.

No início dos anos 80 as empresas estatais são obrigadas a fazerem grandes empréstimos no mercado externo com a finalidade de ajudar a financiar o déficit em contas correntes e como consequência foram fortemente atingidas pela maxi-desvalorização que ocorreu em 1983.

No último governo militar, já se admitia privatizar “empresas e serviços estatais considerados não estritamente necessários”, segundo o então Presidente da República João Batista Figueiredo. Em 1981 foi criada a Comissão Especial de Privatização, que identificou 140 empresas com possibilidades de serem privatizadas, segundo Pinheiro e Giambiagi (2000). De 1981 até o final de 1984 foram vendidas 20 empresas estatais.

2.4.2 Privatização no Governo José Sarney (1985/1989)

Para Velasco Junior. (1999), este período caracterizou-se pelo esforço do governo em conter a inflação, pela visão dos problemas econômicos como resultado do regime militar e pela identificação de uma forte corrente neoliberal¹⁵.

No início do governo, em 1985, foi instituído o Conselho Interministerial de Privatização, três anos depois substituído pelo Conselho Federal de Desestatização. Embora a privatização não constasse da agenda pública do governo, ao término de seu mandato 17 processos de desestatização haviam ocorrido.

Dentre os motivos da privatização nenhum tinha conotação ideológica ou apontava para pressões externas, mas sinalizavam prejuízos financeiros causados pelas empresas a serem privatizadas, conforme Velasco Junior. (1999). Segundo o mesmo autor, no governo Sarney coube ao BNDES a definição e implantação da política de privatização.

Curiosamente, o governo assumiu uma posição antagônica: enquanto

¹⁵ Sobre Neoliberalismo ver referência Giambiagi e Moreira (2000).

privatizava algumas empresas, emitia uma nova Constituição em 1988, que protegia o monopólio público para telecomunicações e petróleo, restringindo ainda a participação de capital estrangeiro nos setores de mineração e eletricidade, segundo Pinheiro e Gambiagi (2000).

Guerra (1989) fez uma análise das privatizações até o final do Governo Sarney e concluiu que o Brasil passou por um momento de reprivatização. Empresas privadas com problemas financeiros foram absorvidas pelo Estado, por interesses particulares ou problemas sociais, tiveram seus problemas saneados e foram devolvidas ao setor privado como forma de repor os gastos efetuados.

2.4.3 Privatização no Governo Collor (1990/1992)

Para Schneider (1992) a campanha moralizadora de Collor, na caçada aos marajás, ilegitimando o Estado, e o jargão de que o Brasil não poderia perder o “bonde da História”, numa referência ao momento econômico tecnológico que ocorriam no primeiro mundo, lhe abriu os caminhos da privatização, tornando difícil para os demais candidatos uma campanha de manutenção da intervenção do Estado. A política de privatização adotada por Collor não estava apoiada numa corrente neoliberal como ocorreu no Peru, nem havia pressões políticas dos partidos de direita como na Argentina e México, nem tão pouco havia o aspecto fortemente ideológico e com o objetivo de enfraquecimento da oposição, como nos governos de Thatcher e Pinochet. Para o mesmo autor a posição ideológica de Collor era ambígua e móvel.

Logo no início de seu mandato, Collor, através da medida provisória n. 115, de 15 de março de 1990, instituiu o Programa Nacional de Desestatização (PND) com o intuito de privatizar rapidamente grandes empresas. Criou a Comissão Diretora de Privatização que tinha entre suas atribuições recomendar quais empresas estariam no PND e aprovar a forma e as condições de venda das estatais.

O discurso usado propunha usar a privatização para reduzir a dívida pública e consolidar o plano de estabilização anunciado pela equipe econômica, conforme atestado por Schneider (1992), Velasco Junior (1997a) e Pinheiro e Giambiagi (2000).

Pelo fato da medida provisória ter sido adota juntamente com o programa de

reforma monetária, o PND assumiu status de prioridade do governo. Observa-se, neste período, uma baixa receptividade com relação à privatização de serviços públicos e um apoio moderado a venda das empresas estatais, segundo Velasco Junior (1997a). Schneider (1992) sugere que talvez se não associasse privatização à redução da dívida pública e sim a ações nas áreas sociais ou industriais, como fez Salinas no México, provavelmente o governo angariaria maior apoio.

Ao final do governo Collor, 16 processos de desestatização tinham sido concluídos.

2.4.4 Privatização no Governo Itamar Franco (1992/1994)

Devido à forma como foi interrompido o mandato Collor, através de *impeachment*, o governo Itamar iniciou sua gestão sob forte desconfiança com relação à política de seu antecessor. Como consequência foram suspensos todos os processos de privatização, segundo Velasco Junior (1997a).

O governo se caracterizou pela redução das taxas de juro, permitindo crescimento da economia, diminuição do desemprego, incentivo ao investimento e lançamento do Plano Real.

Surgem como argumentos da privatização as idéias de que sem as amarras do Estado as empresas seriam mais dinâmicas e eficientes, que a quebra do monopólio criaria empresas mais competitivas. Para Pinheiro e Giambiagi (2000) o Estado deveria atuar em educação, saúde, segurança e regulação deixando para o setor privado as áreas onde este tivesse competência, argumento este que Couto (1993) denunciou como manobra do governo para iludir o cidadão.

No governo Itamar, a privatização deixou de ser uma política governamental e tornou-se uma reforma com ampla sustentação política, na opinião de Pinheiro e Giambiagi (2000).

Ao final do governo, 17 processos de desestatização se concretizaram. Quantidade superior à do governo Collor e inesperada considerando seu início de mandato.

2.4.5 Privatização no Governo Fernando Henrique Cardoso (1995/2002)

Para Velasco Junior. (1997a) o governo de Fernando Henrique Cardoso tornou-se um divisor de águas. Antes dele foram privatizadas empresas industriais tipicamente siderúrgicas, petroquímicas e fertilizantes. Com ele começaram as privatizações dos serviços públicos, inclusive os estaduais. Neste ponto o Estado deixou de ser o responsável direto pelo desenvolvimento econômico e social, através da produção de bens e serviços e assumiu o papel de regulador e fiscalizador e permaneceu indiretamente responsável pela satisfação do público usuário, o que ficou explícito no Plano Diretor do Aparelho do Estado, elaborado pelo Ministério Federal e da Reforma do Estado e aprovado pelo Presidente da República, em novembro de 1995.

Velasco Junior (1997a) propõe que toda esta mudança fosse acompanhada por uma legislação adequada de forma a desregulamentar ordenadamente o setor, ao mesmo tempo em que capacitava a administração pública para as novas funções a que estaria exposta. Ainda o mesmo autor sugere que cabe ao Estado que emergir das privatizações proteger tanto os investidores como os consumidores dos serviços privatizados. O Estado que surge não se assemelha ao Estado mínimo apregoado pelos defensores mais radicais das formas orientadas para o mercado. É mais semelhante a um Estado Regulador.

Pinheiro e Giambiagi (2000) apontam como motivos para a privatização no Brasil:

- fraco desempenho econômico em função da utilização das empresas como instrumentos da política macroeconômica nos anos 80, causando degradação da qualidade dos serviços (motivo mais importante);
- redução da participação do estado na economia;
- fracasso no controle da inflação; e
- sustentação do Plano Real entre outras.

Vale ressaltar que no Governo de Fernando Henrique Cardoso, até 1999, foram privatizadas 82 empresas.

2.4.6 Privatização das Telecomunicações no Brasil

Este item discorre sobre as telecomunicações no Brasil, desde o seu surgimento, com várias operadoras atuando no país, passando por um período de reorganização e estatização e finalizando com a privatização do Sistema Telebrás.

2.4.6.1 Nascimento das Operadoras

O surgimento da primeira operadora telefônica no Brasil acontece apenas dois anos depois da invenção do telefone. Em 1877, Graham Bell, Thomas Watson, Thomas Sanders e Gardiner Hubbard formaram, em Chicago, a Bell Telephone Company, primeira companhia telefônica, com 778 telefones em serviço e apenas dois empregados¹⁶. Em 15 de Novembro de 1879, o decreto Imperial número 7.539 outorgou a primeira concessão para exploração dos serviços telefônicos no Brasil. Ele concedia a Bell Telephone Company licença para construir e operar linhas telefônicas na capital do Império e na cidade de Niterói, conforme relatos de Siqueira (1999).

Em 1880, foi criada no Brasil a Telephone Company of Brazil e nos anos que se seguiram foram dadas várias concessões a empresas privadas estrangeiras para implantar e operar redes de telefones no país. Ocorreram também aquisições e vendas de empresas como as redes de São Paulo e Santos que foram adquiridas pelo sindicato formando a Companhia Telefônica do Estado de São Paulo, em 1889, e que foi vendida para a 'Rio de Janeiro and São Paulo Telephone Company', em 1919.

A partir da Constituição de 1946, o que inicialmente era função do Império e depois da República, passou a ser competência dos Municípios: conceder e regular a exploração dos serviços de telecomunicações. Sem competência nem mecanismos para fiscalizar o setor, as Prefeituras e Câmara de Vereadores limitavam-se a aprovar as tarifas telefônicas, mantendo-as abaixo da inflação, de acordo com Siqueira e Mancini (1993), numa atitude que Silva, José (1993) chamou

¹⁶ Neste mesmo ano Gardiner Hubbard propôs vender todas as patentes de Graham Bell para a *Western Union Company*, companhia de telégrafo americana, que recusou a compra por não ver naqueles “brinquedos elétricos” um bom investimento. Em 1883 pouco antes de ser desmembrado, o Sistema Bell conotava com 150 milhões de telefones em serviço e 1.009.000 empregados.

de “desastrosa demagogia tarifária”. Com o passar do tempo, as tarifas deixaram de ser atrativas do ponto de vista do investidor e as empresas não realizaram expansões nem melhorias em seus serviços. Esta progressiva deterioração na telefonia fez com que, no começo dos anos 60, apesar do país contar com mais de 900 empresas de telecomunicações, o sistema se tornasse deficitário. Já era visível também o domínio de algumas operadoras sobre as demais. A Brazilian Traction, empresa de capital canadense¹⁷, detinha 62% dos telefones instalados no país.

2.4.6.2 Reorganização e Estatização

Segundo Garbi (1993), organismos internacionais no início da década de 60 alertaram o governo brasileiro quanto à importância das telecomunicações para o desenvolvimento econômico do país. Na ocasião o Brasil tinha apenas 1,7 telefones para cada 100 habitantes (para 2005, estima-se mais de 30 telefones por 100 habitantes, conforme Gráfico 2.1).

Desperto para o problema, o governo instituiu o Código Brasileiro de Telecomunicações¹⁸ que definiu a constituição do Sistema Nacional de Telecomunicações (SNT); criou o Conselho Nacional de Telecomunicações (Contel); definiu como competência privativa da União a manutenção e exploração dos serviços dos troncos que integram o SNT, incluindo as conexões internacionais e dos serviços públicos de telefones interestaduais e estabeleceu os limites das redes telefônicas urbanas e interurbanas dentre outras medidas. Com relação os serviços dentro de cada Estado, o Código dava liberdade às administrações estaduais e municipais para organizarem, regularem e executarem serviços de telefonia, diretamente ou mediante concessão, obedecidas as normas estabelecidas pelo Contel. Criou-se também o Departamento Nacional de Telecomunicações (Dentel) como uma secretaria do Contel com função de fiscalizar os serviços concedidos, permitidos ou autorizados pelos Estados ou Municípios.

O Código autorizava o Poder Executivo a constituir uma empresa pública para

¹⁷ A *Brasilian Traction* era composta pelas: Companhia Telefônica Brasileira, Companhia Telefônica de Minas Gerais e Companhia Telefônica do Espírito Santo que atuavam numa área onde estava concentrada 45% da população do país. A *Brasilian Traction* era uma empresa de capital canadense e foi comprada pelo governo Castello Branco em 1966.

¹⁸ O Código Brasileiro de Telecomunicações foi instituído em 27 de agosto de 1962, pela Lei n. 4.117 e teve a sua regulamentação geral para execução aprovada pelo Decreto n. 52.026 de 20 de maio de 1963, e assinada pelo então presidente João Goulart.

explorar os serviços de telecomunicações de longa distância, cujos recursos viriam das tarifas cobradas pela prestação de serviços, do produto de operações financeiras, de doações e do Fundo Nacional de Telecomunicações (FNT)¹⁹.

Em 1964, o país passa para regime militar e segundo Mancini (1993), na visão da elite governante, o Estado deveria ser o grande promotor do desenvolvimento e implantação dos setores básicos da economia, incluindo as telecomunicações, através de empresas estatais, o que estaria em total acordo com a política de desenvolvimento global adotada a partir dos anos 50 e 60.

2.4.6.3 Desenvolvimento

Em 1965, foi criada a Empresa Brasileira de Telecomunicações (Embratel)²⁰ com a finalidade de interligar todos os Estados e Territórios entre si e a interconectá-los ao sistema de comunicação internacional. A legislação garantia que todos os serviços de longa distância fossem executados com exclusividade pela Embratel.

Em 1967, houve uma reforma administrativa através do Decreto Lei n.200 e foi criado o Ministério das Comunicações que viria a supervisionar os orçamentos do setor de telecomunicações, que mais tarde seriam incluídos no Orçamento Geral da União.

Nos anos 70, as telecomunicações constituíam monopólio privado ou estatal na maioria dos países do mundo, e o Brasil estava alinhado com esta tendência. A partir deste período, altos investimentos foram realizados no setor das telecomunicações em função da iniciativa estatal.

Em 1972, o Poder Executivo, através da Lei n.5.792 de 11 de Julho de 1972, ficava autorizado a constituir uma sociedade de economia mista denominada Telecomunicações Brasileiras S.A. (Telebrás)²¹, vinculada ao Ministério das Comunicações que receberia recursos oriundos do FNT²². A lei previa que a

¹⁹ O Código Brasileiro de Telecomunicações, no Capítulo VI, Artigo 51, cria o Fundo Nacional de Telecomunicações, constituído de recursos de uma sobretarifa de até 30% da tarifa sobre qualquer serviço de telecomunicação; juros de depósitos e rendas eventuais, que seriam arrecadados durante 10 anos.

²⁰ A Embratel e a Telebrás tiveram papel importante na padronização e na implantação de uma rede básica de telefonia no país.

²¹ O modelo do Sistema Telebrás possui uma empresa *holding*, uma empresa-pólo em cada estado da federação, a Embratel e o CPqD.

²² O FNT em dezembro d 1984 passou para Imposto sobre Serviços de Comunicações (ISSC). Com a Constituição de 1988, o ISSC é substituído pelo Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) recolhido em favor dos municípios e com alíquotas que chegam a mais de 30% sobre o valor das contas

Telebrás incorporasse as operadoras cujas concessões fossem expirando e lhe atribuía o poder de desapropriar as empresas telefônicas privadas e transferir os ativos para as suas subsidiárias. Neste mesmo ano, o Ministério das Comunicações designou, para cada Estado ou região geoeconômica, um empresa operadora.

2.4.6.4 Desaceleração

Em 1975, nova recessão no país, causada pelo segundo choque do petróleo, elevou as taxas de juros e o preço do barril de petróleo. Neste período, as estatais funcionaram como válvulas de uma política recessiva que atuou controlando tarifas e investimentos e enxugando superávits operacionais das empresas. Neste mesmo ano, o governo decide retirar do setor de telecomunicações 50% do FNT e incorporá-lo ao orçamento da União, para cobrir déficits do Tesouro Nacional e combater a inflação, atitude classificada por Siqueira e Mancini (1993) como “confisco dos recursos do FNT”. Somente no período de 1975 até 1984 foram transferidas para o Tesouro Nacional mais de US\$ 7 bilhões.

Devido à perda do FNT e a defasagem das tarifas, que foram mantidas em níveis extremamente baixos, como estratégia das políticas macro econômicas para conter a inflação, a Telebrás recorreu ao autofinanciamento²³, o que lhe garantiu a expansão e modernização dos serviços. Esta medida com o tempo tendeu a não mais cumprir os objetivos em função do empobrecimento geral causado pelos sucessivos anos de recessão.

Outra forma de obter recursos para investimentos, adotada pela Telebrás, foi se valer do mercado financeiro nacional e internacional através da emissão de debêntures convertíveis em ações, conforme Maculan e Legey (1996).

Em meados dos anos 80 o Sistema Telebrás passou a ser controlado pelo Sest. O que fora na década anterior fator de sucesso do sistema, como autonomia gerencial e administrativa, deixou de existir, e um forte controle do governo começou

telefônicas.

²³ Autofinanciamento era uma forma de aquisição de telefone na qual o futuro usuário financiava sua própria linha telefônica, pagando em geral mensalmente através de um carnê, para a operadora do estado onde adquiria a linha. Este valor iniciou com US\$2.000 no começo dos anos 90 e ficou em torno de US\$1.200, quando o modelo foi extinto. As operadoras se propunham a instalar a linha telefônica num prazo de 24 meses e o usuário recebia ações da Telebrás no valor patrimonial da ação. Era comum a situação na qual terminado o pagamento do carnê e o prazo proposto, o telefone não estava instalado. Vale lembrar que, na época não havia uma legislação protetora do cliente.

a atuar sobre as estatais. Como empresa estatal, a Telebrás estava sujeita a regulamentação de três ministérios: das Comunicações que aprovava os planos estratégicos e de investimento; da Fazenda que controlava as tarifas telefônicas e do Planejamento que estabelecia e controlava a execução das metas orçamentárias. Assim, mesmo que tivessem recursos próprios, seus planos de investimento foram proporcionalmente cortados. Como seu investimento era incluído no Orçamento Geral da União e controlado pelo Sest, o Sistema Telebrás perdeu sua autonomia sobre seus próprios investimentos e iniciou-se uma profunda desaceleração em seu crescimento, segundo Novaes (2000) e Silva, José (1993).

2.4.6.5 A Nova Onda

Em meados dos anos 80, mudanças nas organizações das operadoras de telefonia, em dois países, vieram causar alterações profundas no cenário mundial das telecomunicações. Primeiro foi a quebras do monopólio privado das telecomunicações, nos Estados Unidos²⁴ e segundo a privatização da British Telecom, na Grã-Bretanha²⁵.

As conseqüências destes acontecimentos são mais imediatamente refletidas em alguns países que outros, porém ao longo do tempo os efeitos serão sentidos por todos.

No Brasil, em 1988, enquanto uma nova série de empresas estatais era privatizada, o setor de telecomunicações tinha seu monopólio estatal garantido pela Constituição²⁶ promulgada naquele ano. Esta mesma Constituição igualava os procedimentos de compra de bens e serviços tanto para empresas públicas quanto para a administração pública, o que causava entraves na gestão administrativa das

²⁴ Nos Estados Unidos a AT&T manteve até 1984 o monopólio privado das telecomunicações. O antigo *Bell System* era composto de 23 empresas operadoras de serviços locais e de longa distância. A AT&T controlava o fornecimento de equipamentos e as atividades de pesquisa. Contra a AT&T ergueram-se os grandes usuários e as novas empresas interessada em entrar no mercado. Quando ocorreu a quebra do monopólio, os Estados Unidos tinham quase 1/3 dos telefones do mundo. O território americano foi dividido em sete áreas e em cada uma passou a funcionar uma nova operadora (*Baby Bell*).

²⁵ Ainda em 1984, na Grã-Bretanha, a *British Telecom* foi privatizada e o mercado de telecomunicações aberto para um duopólio com a entrada da *Mercury Communications*. Em 1985 o Japão inicia a privatização da NTT (*Nippon Telegraph and Telephone*) e o processo de liberação dos serviços de longa distância e serviços avançados, em Siqueira (1993a).

²⁶ A Constituição de 1988, em seu artigo 21, estabelece o monopólio estatal sobre os serviços telefônicos, telegráficos, de transmissão de dados e outros serviços públicos de telecomunicações.

empresas²⁷.

2.4.6.6 *Falência do Modelo Estatal*

Na Nova República o Sistema Telebrás tornou-se “excelente fonte de empregos para conquistar apoio político ou para compensar correligionários derrotados em eleições”, na opinião de Silva, José (1993). O governo Collor colocou políticos na diretoria da Telebrás e em outras concessionárias, conforme relatam Maculan e Legey (1996). Para Oliveira (1993), esta ingerência levou a um período de desprofissionalização do setor que acrescido da perda do FNT, da perda da autonomia gerencial e financeira e do alto endividamento, induzido pelo próprio governo, chegou-se, ao final da década de 80, com as empresas de telecomunicações apresentando um grande atraso na expansão dos seus serviços, com queda na qualidade, defasagem tarifária²⁸, ao que Siqueira e Mancini (1993) acrescentam: atraso tecnológico²⁹, alta taxa de congestionamento das chamadas, demanda por linha telefônica reprimida, elevado custo do terminal, longa espera pela instalação de telefone e insuficiência de oferta de serviços de valor agregado³⁰, ineficiência de serviços de alta velocidade, e, como enfatiza Siqueira (1993d), até corrupção na administração numa das maiores subsidiárias do setor.

Na opinião de Trevisan (1993), o modelo estatal estava falido, porque o governo usava a empresa estatal como instrumento de política econômico-partidária, e como pretenso instrumento de política social, afetando negativamente o desempenho da mesma e argumentava, ainda, que quem devia fazer política social era o governo e não suas empresas. Em Silva, José (1993) o argumento baseia-se na incompetência e falta de dinamismo do governo em gerir o setor de telecomunicações.

A defasagem do sistema brasileiro refletiu-se na quantidade de linhas por habitantes. No início dos anos 90 o Brasil tinha 6,56 linhas telefônicas para cada 100

²⁷ Numa licitação de compra de microcomputadores, a empresa perdedora recorreu. Quando foi dado ganho de causa para a empresa vencedora os micros já tinham tornado-se obsoletos.

²⁸ As tarifas vigentes no segundo semestre de 1992 eram 19% do valor de 1975; as ligações locais eram centavos de dólar; a assinatura era menos que 1 dólar; ligações internacionais eram três vezes mais caras que no exterior, segundo Oliveira (1993).

²⁹ Enquanto o Brasil tinha 24% da planta digitalizada, o Chile possuía 83%.

³⁰ Serviços de valor agregado são serviços oferecidos pela operadora além da facilidade de comunicação telefônica, por exemplo: Siga-me e secretária eletrônica.

habitantes, enquanto a América Latina tinha 7,34 e a média mundial era 9,77. Chamava a atenção também que a América Latina possuía 44 milhões de habitantes para 32,5 milhões de linhas telefônicas, havendo aí um mercado a ser explorado.

A solução encontrada na privatização não podia ser adotada porque ia de encontro ao Artigo 21 da Constituição de 1988 e, desta forma, os serviços públicos de telecomunicações não puderam entrar na relação das empresas do Programa Nacional de Desestatização, do governo Collor, pelo que informa Almeida (2001). Era necessária uma revisão constitucional. A tentativa da revisão, flexibilizando³¹ o monopólio das telecomunicações, que apareceu no governo Itamar, resultou em fracasso. Porém ela voltou em seguida na campanha à Presidência da República de Fernando Henrique Cardoso.

2.4.6.7. Preparativos para a Privatização

Em 1995, o governo de Fernando Henrique Cardoso ainda não tinha um compromisso claro com relação à privatização da Telebrás. Havia apenas a promessa de ampliação dos acessos aos telefones fixos e celulares e a identificação, pelo então Ministro das Comunicações, de que o Sistema de Telecomunicações estava ruim devido à extrema politização, à ausência de investimentos e à falta de gerência da própria Telebrás.

Segundo Pires (1999), seis fatos que ocorreram no governo de Fernando Henrique Cardoso foram decisivos no processo de reestruturação do setor de telecomunicações culminando com a privatização do Sistema Telebrás:

- emenda Constitucional n.8, de 15.08.95;
- Lei Mínima das Telecomunicações (Lei n. 9.295 de 19.07.96),
- Lei Geral das Telecomunicações³²(LGT – Lei n. 9.472 de 16.07.97);
- Plano Geral de Outorgas (PGO);
- reestruturação do Sistema Telebrás; e
- licitação de termos de autorização para que empresas-espelho atuassem

³¹ Flexibilização é a possibilidade de que a União, que segue determinando o monopólio sobre o setor de telecomunicações, pode conceder a exploração deste a empresas privadas.

³² A Anatel denomina **Lei Geral de Telecomunicações** o conjunto das leis: n. 9.472 (de 16.07.97) e n. 9.691 (de 22.07.98). A Lei n. 9.472, de 16 de julho de 1997 que levou vinte e três meses para ser aprovada pela Câmara e pelo Congresso e que dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais. E a Lei n. 9.691, de 22 de julho de 1998 que alterava a Tabela de Valores da Taxa de Fiscalização de Instalação por Estação.

nas mesmas áreas das concessionárias de telefonia fixa originárias do Sistema Telebrás.

A Emenda Constitucional n.8 terminou com o monopólio estatal do serviço de telecomunicações, que englobava telefonia, telegrafia, transmissão de dados e demais serviços públicos da área, segundo Biazzi (1999).

A Lei Mínima e seus complementos estabeleceram as normas para a telefonia celular privada, serviços limitados, serviços via satélite e os serviços de valor adicionado³³, dividiram o país em dez regiões para atendimento do serviço celular, propuseram a venda das concessões da Banda B³⁴ e separação total entre as empresas de telefonia fixa e celular num prazo de dois anos. Para esta última proposta, foi assinada Portaria autorizando a Telebrás a constituir 26 empresas para assumir a exploração do Serviço Móvel Celular (SMC). Em função desta Portaria, em março de 1998 ocorreu a separação entre as empresas, de modo que cada Estado passou a contar com uma operadora de serviço fixo e outra de serviço celular, ambas controladas pela Telebrás, conforme relata Novaes (2000).

A Lei Geral de Telecomunicações trata, dentre outras disposições, da:

- criação da Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel³⁵, com a função de órgão regulador das telecomunicações;
- alteração da classificação dos serviços de telecomunicações;
- não exclusividade das concessões;
- a autorização dada ao Poder Executivo de promover a reestruturação e desestatização das empresas federais de telecomunicações, controladas, direta ou indiretamente pela União;
- a possibilidade do uso de cisão, fusão e incorporação; e
- dissolução de sociedade ou desativação parcial de empreendimentos e redução de capital social, para a reestruturação das empresas de telecomunicações.

O Quadro 2.1 lista as empresas que foram reestruturadas.

³³ Como o governo precisava alterar a legislação das telecomunicações, para não atrasar a abertura do mercado ao setor privado e não podia fazê-lo, como fizera antes, através das Medidas Provisórias, porque estas haviam sido proibidas, ele encaminhou em caráter emergencial duas leis ao Congresso: a Lei Mínima ou Específica das Telecomunicações e a Lei Geral das Telecomunicações. A Lei Mínima levou mais que sete meses para ser aprovada e é complementada pelo Decreto n.2056 de 04.11.96 e pela Portaria n.1533 de 04.11.96.

³⁴ O serviço celular brasileiro, na época da privatização, operava na frequência de 800Mhz. Esta faixa foi dividida em duas partes: Banda A para as operadoras oriundas do Sistema Telebrás e Banda B empresas privadas concorrentes das que usam a Banda A.

³⁵ A Anatel foi criada em 1997.

Quadro 2.1: Empresas do Sistema Telebrás antes da reestruturação.

N.	Empresa	Sigla
1	Telecomunicações Brasileiras S.A.	TELEBRAS
2	Empresa Brasileira de Telecomunicações	EMBRATEL
3	Telecomunicações do Maranhão S.A.	TELMA
4	Telecomunicações do Piauí S.A.	TELEPISA
5	Telecomunicações do Ceará S.A.	TELECEARA
6	Telecomunicações do Rio Grande do Norte S.A.	TELERN
7	Telecomunicações da Paraíba S.A.	TELPA
8	Telecomunicações de Pernambuco S.A.	TELPE
9	Telecomunicações de Alagoas S.A.	TELASA
10	Telecomunicações de Sergipe S.A.	TELERGIPE
11	Telecomunicações de Bahia S.A.	TELEBAHIA
12	Telecomunicações de Mato Grosso do Sul S.A.	TELEMS
13	Telecomunicações de Mato Grosso S.A.	TELEMAT
14	Telecomunicações de Goiás S.A.	TELEGOIÁS
15	Telecomunicações de Brasília S.A.	TELEBRASILIA
16	Telecomunicações de Rondônia S.A.	TELERON
17	Telecomunicações do Acre S.A.	TELEACRE
18	Telecomunicações de Roraima S.A.	TELAIMA
19	Telecomunicações do Amapá S.A.	TELEAMAPÁ
20	Telecomunicações do Amazonas S.A.	TELAMAZON
21	Telecomunicações do Pará S.A.	TELEPARÁ
22	Telecomunicações do Rio de Janeiro S.A.	TELERJ
23	Telecomunicações de Minas Gerais S.A.	TELEMIG
24	Telecomunicações do Espírito Santo S.A.	TELEST
25	Telecomunicações de São Paulo S.A.	TELESP
26	Companhia Telefônica da Borda do Campo	CTBC
27	Telecomunicações do Paraná S.A.	TELEPAR
28	Telecomunicações de Santa Catarina S.A.	TELESC
29	Companhia Telefônica Melhoramento e Resistência	CTMR

Fonte: adaptado da Lei 9.472 de 16 de Julho de 1997, Art. 187.

Tão logo ocorreu a reestruturação, foi aberta a competição dos serviços de telecomunicações, nas respectivas áreas de concessão.

O lado social da Lei discorre sobre os serviços prestados em regime público incluindo as obrigações de universalização de atendimento a deficientes físicos, instituições de caráter público ou social, áreas rurais e de urbanização precária e de regiões remotas.

A Lei atribuiu ao Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade) a função de apreciar as fusões, incorporações ou agrupamentos societários de empresas de telecomunicações.

Sobre a criação de um órgão regulador, Straubhaar (1993) mostra-se favorável, sugerindo que isto deveria ocorrer antes da privatização. Oliveira (1993) defende a existência de um órgão regulador com autonomia e independência operacional e capacidade de corrigir tarifas. Rego (1993) acrescenta a tarefa de defesa dos interesses dos usuários.

A Anatel, numa de suas primeiras atuações, elaborou os planos necessários à privatização: Plano Geral de Outorgas (Decreto n. 2.534 de 2-4-1998); Plano Geral de Metas de Universalização (Decreto n. 2.592 15-5-1998) e o Plano Geral de Metas

de Qualidade (Resolução n. 030 de 29jun1998).

Plano Geral de Outorgas – definiu Serviço Telefônico Fixo Comutado³⁶ (STFC) e suas modalidades³⁷; dividiu o país em 34 setores que re-agrupados formaram quatro Regiões para a prestação do STFC, mostradas no Quadro 2.2.

Quadro 2.2: Regiões e Setores do Plano Geral de Outorgas

Reg	Setor	Área Geográfica Correspondente ao(s) Território(s)
I	1	Do Estado do Rio de Janeiro
	2	Do Estado de Minas Gerais, excetuados os dos Municípios integrantes do Setor 3
	3	Dos Municípios de Araporã, Araújo, Campina Verde, Campo Florido, Campos Altos, Canápolis, Capinópolis, Carmo do Paranaíba, Carneirinhos, Centralina, Comendador Gomes, Conceição das Alagoas, Córrego Dantas, Cruzeiro da Fortaleza, Delta, Frutal, Gurinhatã, Ibiraci, Igaratinga, Iguatama, Indianópolis, Ipiacú, Itapagipe, Ituiutaba, Iturama, Lagamar, Lagoa Formosa, Lagoa Grande, Limeira D'Oeste, Luz, Maravilhas, Moema, Monte Alegre de Minas, Monte Santo de Minas, Nova Ponte, Nova Serrana, Papagaios, Pará de Minas, Patos de Minas, Pedrinópolis, Pequi, Perdígão, Pirajuba, Pitangui, Planura, Prata, Presidente Olegário, Rio Paranaíba, Santa Juliana, Santa Vitória, São Francisco de Sales, São José da Varginha, Tupaciguara, Uberaba, Uberlândia, União de Minas e Vazante, do Estado de Minas Gerais
	4	Do Estado do Espírito Santo
	5	Do Estado da Bahia
	6	Do Estado de Sergipe
	7	Do Estado de Alagoas
	8	Do Estado de Pernambuco
	9	Do Estado da Paraíba
	10	Do Estado do Rio Grande do Norte
	11	Do Estado do Ceará
	12	Do Estado do Piauí
	13	Do Estado do Maranhão
	14	Do Estado do Pará
	15	Do Estado do Amapá
	16	Do Estado do Amazonas
	17	Do Estado de Roraima
II	18	Do Estado de Santa Catarina
	19	Do Estado do Paraná, exceto os dos Municípios integrantes do Setor 20
	20	Dos Municípios de Londrina e Tamarana, no Estado do Paraná
	21	Do Estado do Mato Grosso do Sul, exceto o do Município integrante do Setor 22
	22	Do Município de Paranaíba, no Estado de Mato Grosso do Sul
	23	Do Estado do Mato Grosso
	24	Dos Estados do Tocantins e de Goiás, exceto os dos Municípios integrantes do Setor 25
	25	Dos Municípios de Buriti Alegre, Cachoeira Dourada, Inaciolândia, Itumbiara, Paranaiguara e São Simão, no Estado de Goiás
	26	Do Distrito Federal
	27	Do Estado de Rondônia
	28	Do Estado do Acre
	29	Do Estado do Rio Grande do Sul, exceto os dos Municípios integrantes do Setor 30
III	30	Dos Municípios de Pelotas, Capão do Leão, Morro Redondo e Turucu, no Estado do Rio Grande do Sul
	31	Do Estado de São Paulo, exceto os dos Municípios integrantes dos Setores 32, 33 e 34
	32	Dos Municípios de Guaitapará e Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo
	33	Dos Municípios de Altinópolis, Aramina, Batatais, Brodósqui, Buritizal, Cajuru, Cássia dos Coqueiros, Colômbia, Franca, Guaiara, Guarã, Ipuã, Ituverava, Jardinópolis, Miguelópolis, Morro Agudo, Nuporanga, Orlândia, Ribeirão Corrente, Sales de Oliveira, Santa Cruz da Esperança, Santa Antônio da Alegria e São Joaquim das Barra, no Estado de São Paulo.
	34	Dos Municípios de Cubatão, Mogi das Cruzes, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e Suzano, no Estado de São Paulo.
IV	1 a 34	Todo o país

Fonte: adaptado do Plano Geral de Outorgas – Decreto n. 2.534 de 1998.

³⁶ STFC é o serviço de telecomunicações que por meio da transmissão de voz e de outros sinais, destina-se à comunicação entre pontos fixos determinados, utilizando processos de telefonia.

³⁷ Serviço Local destina-se a comunicação entre pontos fixos determinados situados em uma mesma área local. Serviço de Longa Distância Nacional (LDN) destina-se a comunicação entre pontos fixos determinados situados em áreas locais distintas no território nacional e serviço de Longa Distância Internacional (LDI) destina-se a comunicação entre um ponto fixo situado no território nacional e um outro ponto no exterior. Em Agosto de 2003 a Anatel lançou uma consulta pública para tratamento das Áreas Locais.

Plano Geral de Metas para a Universalização³⁸ do STFC Prestado no Regime Público – estabelece metas detalhadas por Concessionária para a progressiva universalização do STFC. O Plano prevê localidades a serem atendidas, prazo de atendimento, prevê atendimento a Estabelecimentos de Ensino Regular e Instituições de Saúde e cria dois escopos de atendimento: individual através de STFC e coletivo através de TUPs³⁹.

Plano Geral de Metas de Qualidade para SFTC – prevê metas de qualidade de serviço, metas de atendimento as solicitações de reparo, metas de atendimento as solicitações de mudança de endereço entre outras.

Quando comparados os processos de privatização, observa-se que não há um processo único que leve o governo a reestruturar seu setor de telecomunicações. No caso brasileiro, ocorreu primeiro uma reestruturação das empresas antes que elas fossem privatizadas o que na visão de Pinheiro (2000) foi bom, porque estando a estrutura regulatória estabelecida e a agência regulatória funcionando, os novos proprietários já sabiam exatamente quais as regras que estariam em vigor após a privatização.

No caso do mercado americano, cuja regulamentação está voltada para o princípio de livre concorrência, o Estado intervém quando este princípio fica ameaçado. Lá ocorreu uma desregulamentação, seguida de um aumento na competição. No mercado europeu, a maioria dos países optou por capacitar as operadoras, preparando-as para a liberalização do mercado e posterior privatização. No mercado latino-americano, tomando com exemplos a Argentina, Chile e Venezuela, ocorreu uma privatização, diante da incapacidade do governo de investir no setor, seguida de uma internacionalização, quando grandes operadoras externas adquiriram as empresas de telecomunicações, segundo Maculan e Legey (1996).

Paralelamente a legislação que estava sendo alterada, visando a privatização da Telebrás, outras medidas eram tomadas no sentido de valorizar o produto da venda, como por exemplo, os reajustes das tarifas. Em novembro de 1995 foram feitos os primeiros ajustes das tarifas com aumento de 5 vezes a assinatura

³⁸ O Artigo 1 Plano Geral de Metas de Universalização do STFC Prestado no Regime define universalização como “o direito de acesso de toda pessoa ou instituição, independentemente de sua localização e condição sócio-econômica, ao STFC destinado ao uso do público em geral, prestado no regime público, ... , bem como a utilização desse serviço de telecomunicações em serviços essenciais de interesse público, ... , e mediante o pagamento de tarifas estabelecidas na regulamentação específica”.

³⁹ TUP – Telefone de Uso Público é aquele telefone que permite, a qualquer pessoa, utilizar, por meio de acesso de uso coletivo, o sistema telefônico, independente de assinatura ou inscrição junto à prestadora.

residencial; 80% no valor da chamada local e 22% no valor da chamada interurbana. Em maio de 1997, um novo aumento das tarifas locais e a redução nas de longa distância, permitiu que o governo eliminasse dois fatores que tanto penalizaram o Sistema Telebrás: as tarifas defasadas, segundo Mancini (1993) e Trevisan (1993) e o subsídio cruzado. Desta forma o sistema se adequava aos níveis internacionais de tarifa e os primeiros passos para atrair o investimento externo foram dados. Outra medida tomada foi a realização, a partir de 1996, de elevados investimentos em atualizações tecnológicas e de redes e serviços, resultando num excelente desempenho da Telebrás e valorizando suas ações no mercado nacional e internacional, segundo relatório do GAT (1998).

2.4.6.8 Os Modelos

O cenário da privatização aos poucos se configurava e o modelo adotado ia delineando-se. Porém, muitos modelos foram propostos até chegar-se naquele que efetivamente foi utilizado.

Para Novaes (2000) esta privatização foi uma das maiores do mundo e uma das mais complexas. O governo não queria passar do monopólio estatal para um monopólio privado e precisava assegurar o direito dos acionistas minoritários. A preocupação com o modelo a ser adotado vem desde o começo dos anos noventa. Vários modelos de privatização foram propostos para o Sistema Telebrás:

- Oliveira (1993) propunha a garantia do monopólio das operações básicas (chamadas locais, interurbanas e internacionais) com a venda da Telebrás como um todo, abrindo a competição para a comunicação de dados;
- Furtado (1993) não achava prioritária a privatização do setor, porém propunha uma cooperação entre empresas-pólo⁴⁰ e empresas privadas;
- Garbi (1993) dizia que o Sistema Telebrás não deveria ser privatizado em bloco, deveria ser dividido em grupos de empresas regionais e vendido a grupos diferentes e sem vínculo entre si e dentro de cada região não haveria monopólio nos serviços interurbano e de comunicação de dados;
- Silva, José (1993) sugeriu monopólio privado para os serviços básicos e privatizar a Telebrás como um todo. Para os serviços especiais de

⁴⁰ Empresa-pólo era a denominação dada as empresas que compunham o sistema Telebrás e que atuavam nos Estados.

comunicação de dados e rede inteligente, propunha livre competição mesmo entre operadoras privadas;

- Trevisan (1993) com base no modelo estatal falido era a favor da privatização de várias empresas estatais brasileiras avaliando que os recursos auferidos de suas vendas eram suficientes para pagar tanto a dívida externa quanto à interna (o autor contabilizou Telebrás, Petrobrás, Vale do Rio Doce, Eletrobrás dentre outras);
- Johnsson (1993) manifestou-se contrário a qualquer monopólio, e favorável à privatização sem demora tendo o cuidado de evitar as ações entre amigos; e
- Novaes (2000) discorre sobre três modelos em seu artigo.

Não faltaram opositores ao processo de privatização do Sistema Telebrás:

- a Federação Interestadual dos Trabalhadores em Telecomunicações (FITTEL) manifestou-se contra a privatização e defendia o monopólio estatal absoluto, alegando que a universalização do serviço foi conseguida em um ambiente monopolista, segundo Siqueira (1993b);
- também assumiu posição contrária a privatização Vianna (1993), contestado em Siqueira (1993c); e
- Couto (1993) foi contra a privatização imediata e propôs uma universalização para posterior privatização. Alegava que o governo sob falsa óptica propunha a redução do Estado através da privatização e um maior investimento na saúde, educação e segurança e, ainda, que sob o emblema de modernidade pretendia-se fazer uma ação entre amigos.

Os modelos britânico e francês também foram focos de estudo e comparação. Segundo Velasco Junior (1997a), o modelo Britânico estava fortemente baseado na venda de ações na Bolsa de Valores, de maneira pulverizada e em larga escala. Este modelo foi adotado na venda da British Telecom e British Gas e no setor elétrico. A estratégia adotada pretendia levar o capitalismo ao povo e permitir que mesmo aqueles que se opusessem à privatização poderiam financeiramente se beneficiar dela através da compra de ações. O governo britânico manteve um nível de interferência no destino das companhias privatizadas, através do *golden share*, mecanismo que protegia o interesse nacional, impedindo, por exemplo, que o controle da companhia passe para grupos estrangeiros indesejáveis.

Para Velasco Junior (1999), o modelo francês também apoiado na venda de

ações na Bolsa de Valores, porém associada a grupos de acionistas estáveis (*GAS – groupes d’actionnaires stables*), selecionados pelo Estado francês. Além do que havia limites para o investimento estrangeiro e dava poderes ao ministro para restringir a aquisição de ações pelos investidores. O modelo se adequa ao forte nacionalismo francês e a tradição de “dirigismo”.

Velasco Junior (1997a), faz uma comparação entre os modelos Britânico e Brasileiro e Francês e Brasileiro. Para o modelo Britânico, é necessário um Estado com recursos de *governance*, que o Brasil não dispõe. Para o Estado brasileiro adota-se um ambiente de “incerteza democrática” (não sabendo quem será o ganhador). O modelo francês se distancia mais do modelo brasileiro apenas coincidindo na procura de alianças com os empregados das empresas privatizadas. No modelo francês, os ganhadores eram escolhidos.

2.4.6.9 Reestruturação da Telebrás

Com o intuito de valorizar as empresas antes da venda, para privatizá-las, o governo elaborou um programa de investimento plurianual, o Programa de Ampliação e Recuperação do Sistema de Telecomunicações e Sistema Postal (PASTE), que aplicou R\$ 26,1 bilhões nas telecomunicações brasileiras, segundo Siqueira (1999).

A Figura 2.1 ilustra o Sistema Telebrás antes da reestruturação. Eram 26 operadoras atuando nos Estados incluindo o Distrito Federal, a Embratel atuando nacionalmente e o CPqD como centro de desenvolvimento e pesquisa.



Holding	Composição
Telebrás	26 operadoras locais (*) Embratel CPqD

(*) Cada Estado com uma cor indicando que havia uma operadora do Sistema Telebrás para cada um deles.

Figura 2.1: Sistema Telebrás antes da reestruturação.

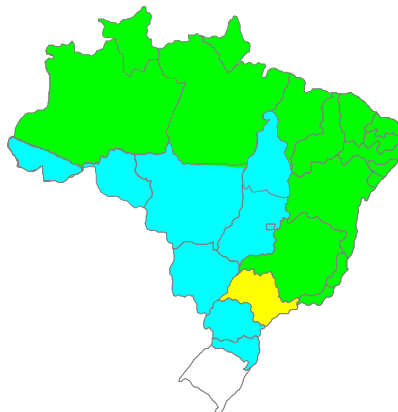
Em abril de 1998 a Telebrás foi reestruturada em 12 empresas. As doze empresas que surgiram ficaram assim compostas: uma *holding* nacional, operando em longa distância nacional (LDN) e internacional (LDI), Figura 2.2:



Holding	Composição
Embratel	Embratel

Figura 2.2: Sistema Telebrás após a reestruturação: uma *holding* nacional.

três *holdings* de telefonia fixa, Figura 2.3⁴¹..:



Holding	Composição
Telesp	Telesp e CTBC
Tele Norte Leste	Telerj, Telesp, Telesbahia, Telesergipe, Teleceará, Telma, Telepará, Teleamazon, Telemig, Telpe, Telpa, Telern, Telepisa e Teleaima
Tele Centro Sul	Telepar, Telesc, Telebrasil, Telegoiás, Telemat, Telems, Teleacre e Teleron

Fonte: adaptado de Pires (1999).

Figura 2.3: Sistema Telebrás após a reestruturação: três *holdings* regionais.

e, oito *holdings* da telefonia móvel, conforme mostra a Figura 2.4

⁴¹ Antes da privatização, o Rio Grande do Sul contava com duas operadoras: CTMR e CRT. A CTMR, que fazia parte do Sistema Telebrás, atuava na região de Pelotas e a CRT, que não fazia parte, operava no restante do Estado. Em função das áreas de abrangências das duas operadoras, o estado do Rio Grande do Sul não está indicado nas Figuras 2.3 e 2.4, indicando que aquele Estado, na sua quase totalidade, não fazia parte da reestruturação do sistema Telebrás. No processo de privatização, a CRT foi adquirida pela Telefônica de Espanha que posteriormente vendeu-a para a Brasil Telecom.



Figura 2.4: Sistema Telebrás após a reestruturação: oito *holdings* celulares.

Preocupado com o fato de que um único consórcio pudesse adquirir mais de uma empresa, o governo re-arranjou-as formando três grupos, conforme mostrado no Quadro 2.3.

Quadro 2.3: Re-arranjo de grupos para a privatização.

Grupo	Descrição	Empresas participantes
1	Telefonia fixa mais telefonia de longa distância	Telesp, Tele Norte-Leste, Tele Centro-Sul, Embratel
2	Telefonia celular nas áreas mais favoráveis economicamente	Telesp Celular, Tele Sudeste Celular, Tele Sul Celular e Telemig Celular
3	Telefonia celular nas áreas menos favoráveis economicamente	Tele Leste Celular, Tele Nordeste Celular, Tele Norte Celular e Tele Centro-Oeste Celular

Fonte: adaptado de Novaes (2000 p.172).

Como regra restritiva, apenas uma empresa em cada um dos grupos poderia ser adquirida pelo mesmo controlador.

2.4.6.10 O Leilão da Telebrás

Siqueira (1999) relata que às 9:55 horas do dia 29 de julho de 1998, os tribunais de Brasília cassaram as últimas liminares que tentavam impedir a realização do leilão que se iniciou às 10:00 horas. Em seguida foram abertos os envelopes do Grupo A (Telesp, Tele Centro-Sul, Tele Norte-Leste e Embratel) e em menos de uma hora é batido o martelo indicando a venda das quatro *holdings* do primeiro grupo de telefonia fixa, com arrecadação de R\$ 13,85 bilhões. Ao final de quatro horas todo o Sistema Telebrás estava privatizado. Foi, segundo Epstein (1998), da revista Time, a maior vitória de Fernando Henrique Cardoso que tinha prometido modernizar o antiquado sistema de telecomunicações.

Na privatização da Telebrás ocorreu a venda de 27 empresas que possuíam acionistas minoritários e que tiveram seus direitos garantidos, diferentemente dos casos da Argentina, México e Peru cuja empresa vendida era totalmente controlada pelo governo, de acordo com Novaes (2000).

O Quadro 2.4 mostra o resultado do leilão das Telebrás. Posteriormente os nomes das empresas de telefonia fixa foram alterados. Atualmente Telesp é Telefônica, Tele Norte Leste é Telemar e Tele Centro Sul é Brasil Telecom. Alterações também ocorreram na telefonia celular.

Quadro 2.4: Resultado do leilão da Telebrás.

Empresa	Consórcio Vencedor	Linhas	População (10 ⁶)	Preço no Leilão (*)
Telefonia Fixa:				
Telesp	Telefónica de España, Portugal Telecom, RBS, Iberdrola, BBV	6.102	34.564	4.974
Tele Norte Leste	Andrade Gutierrez, La Fonte, Inepar, Maçã, Companhias de Seguros Locais	7.671	89.441	2.954
Tele Centro Sul	Telecom Itália, Algar, Opportunity, Splice	3.704	27.189	1.780
Telefonia Celular:				
Telesp Celular	Portugal Telecom	1.637	34.564	3.086
Tele Sudeste Celular	Telefónica de España, Iberdrola, NTT, Itochu	798	16.633	1.170
Telemig Celular	Telesystem, Fundos de Pensão Locais, Opportunity	537	17.109	650
Tele Sul Celular	Telecom Itália, Globopar, Bradesco	562	14.587	602
Tele Centro Celular	Splice	495	12.602	378
Tele Nordeste Celular	Telecom Itália, Globopar, Bradesco	572	26.239	568
Tele Leste Celular	Telefónica de España, Iberdrola,	298	14.536	348
Tele Norte Celular	Telesystem, Fundos de Pensão Locais, Opportunity	263	14.924	162

Fonte: Novaes (2000 p.173).

(*) Preço no Leilão em US\$ milhões.

Relatório do Grupo de Assessoramento Técnico do Ministério Público Federal GAT (1998) sobre o processo de privatização da Telebrás questionou a fragmentação do sistema por não achar claras as razões e critérios para tal. O modelo não encontra similar, a exceção dos Estados Unidos.

2.4.6.11 Pós-privatização

O forte ambiente competitivo, que vem se estruturando após a abertura do mercado de telecomunicações, seja através de desregulamentação, liberalização ou privatização, tem obrigado, em todo o mundo, as operadoras tanto locais como de longa distância a realizarem aquisições e/ou fusões, a fim de poder consolidarem-se no mercado. Estas operações têm em geral dois objetivos: aumentar geograficamente a área de atuação da operadora e aumentar o portfólio de

produtos e serviços a serem oferecidos aos usuários. Cabe às agências regulatórias a função de evitar ações anticompetitivas e truste, para que as empresas maiores não comprem as menores e volte o monopólio. Pires e Dores (2000) propõem a constituição de acordos bilaterais entre regulatórios internacionais para monitoramento de ações antitruste. Oliveira (1998) destaca duas lições americanas na relação entre agência reguladora e operadora de longa distância (referindo-se a AT&T e a *Federal Communications Commission* - FCC), para evitar práticas anticompetitivas, como a manutenção da interconexão dos sistemas telefônicos entre as diversas empresas e o risco de vendas casadas de bens ou serviços de telecomunicações. No caso brasileiro, a Lei Geral de Telecomunicações estabelece competências e forte relacionamento entre a Anatel e o CADE, justamente para regular e fiscalizar as ações das operadoras.

Assim que o Sistema Telebrás foi reestruturado iniciou-se no país a concorrência nos serviços de telefonia celular, *trunking*⁴², *paging*⁴³, comunicação de dados e comunicação via satélite. Para competir com as novas empresas privadas surgiram as empresas espelho, concorrentes autorizadas pelo governo a operarem a partir de licitação internacional, segundo Siqueira (1999). Visto que o setor de telecomunicações conta com a participação de grandes empresas globais, Pires e Dores (2000) prevêem para os próximos anos aquisições e/ou fusões entre as operadoras domésticas, mesmo porque operações desta natureza que ocorrem fora do país, podem ter reflexos aqui dentro, basta verificar os consórcios vencedores do leilão da Telebrás, no Quadro 2.4.

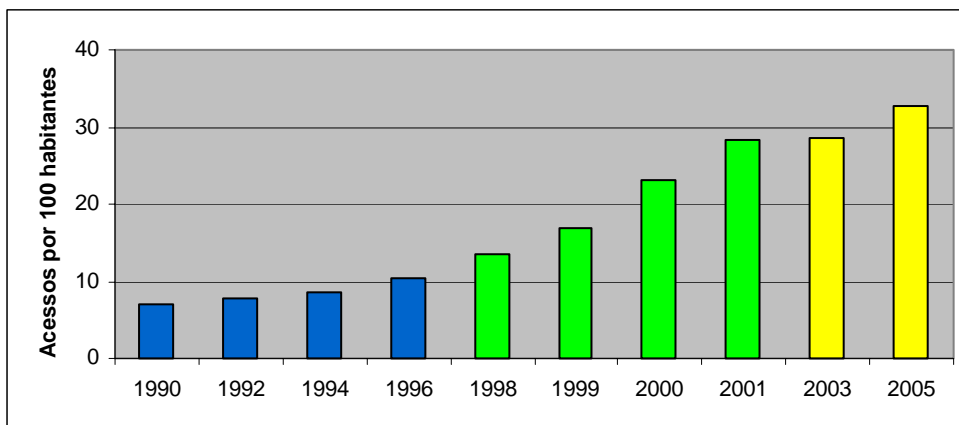
Outro ponto a considerar, particularmente no Brasil, foi o crescimento que ocorreu no setor de telecomunicações após a privatização. Isto fica mais claro pela visualização dos Gráficos 2.1 e 2.2. O Gráfico 2.1, sobre a evolução da Densidade Telefônica⁴⁴, destaca em cores diferentes o período que antecedeu a privatização (azul de 1990 a 1996), os primeiros anos da privatização (verde de 1998 a 2001) e duas previsões, uma para 2003 e outra para 2005 (amarelo).

⁴² Segundo Barradas (1995), *trunking* é um PABX ligado a ramais móveis via transmissão de rádio.

⁴³ Segundo Barradas (1995), *paging* é um sistema de chamada seletiva no qual as mensagens são anotadas e transmitidas via mesa telefônica ou computador, automaticamente. A transmissão se dá digitalmente e os assinantes são codificados de modo a que somente eles recebam suas mensagens.

⁴⁴ A Densidade Telefônica ou Teledensidade é medida pela quantidade de telefones por 100 habitantes.

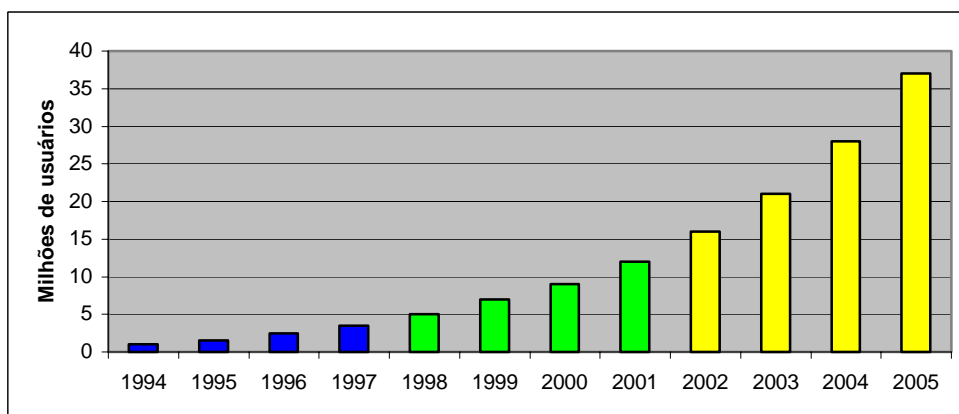
Gráfico 2.1: Evolução da Densidade Telefônica.



Fonte: adaptado da Anatel (2002 p.19).

O Gráfico 2.2 mostra a evolução da Comunicação de Dados, no qual pode-se observar uma projeção bastante significativa para 2005. Em azul os anos que antecederam a privatização (1994 até 1997). Em verde os primeiros anos da privatização (de 1998 até 2001). Em amarelo as previsões para 2002 até 2005.

Gráfico 2.2: Evolução da Comunicação de Dados.



Fonte: adaptado da Anatel - Paste 2000 (2000).

O crescimento que ocorreu no setor de telecomunicações, após a privatização, só não foi maior, segundo Uchoa (1999), devido aos tributos impostos pelo governo. Na opinião do autor os tributos “além de perversamente elevados, fraudam a boa fé do usuário”.

Para Chuery (1999) a redução dos impostos sobre os serviços de telecomunicações é um fator imprescindível, alegando o autor que se tratam de serviços essenciais e que o setor impulsiona o desenvolvimento nacional. Uma carga tributária média de 40%, como mostrada no Quatro 2.5, equipara a tributação

sobre telecomunicações à tributação sobre bens de luxo, sendo superior a de bens duráveis (18%) e a de serviços básicos como energia (12%). Para Mourão (2002) isto é um contra-senso. O Quadro 2.5 mostra as cargas tributárias em alguns países.

Quadro 2.5: Tributação sobre Telecomunicações.

País	Tributação	País	Tributação	País	Tributação
Estados Unidos	3%	Colômbia	16%	Bélgica	21%
Canadá	7%	Venezuela	16,5%	Argentina	21%
Itália	9%	China	17%	Finlândia	22%
Indonésia	10%	Chile	18%	Noruega	23%
Coréia do Sul	10%	Austrália	20%	Dinamarca	25%
Bolívia	13%	França	20,6%	Suécia	25%
Brasil	40%				

Fonte: adaptado de Mourão (2002 p.46).

Apesar dos impostos e do crescimento conseguido pelas atuais empresas de telecomunicações, segundo Lírio (2003), ainda há falta de competição na telefonia fixa. A privatização prometeu um mercado competitivo, através das empresas espelho, porém o modelo não deu certo. Estas empresas conseguiram apenas 5% do mercado. Para o mesmo autor ocorreu apenas uma substituição do monopólio estatal pelo oligopólio privado. Manifestações contrárias à privatização do Sistema Telebrás são encontradas em Biondi (1999) e Benjamin (2002).

Salienta-se ainda que após a privatização começam a valer as regras de universalização e qualidade que constam do PGMU e PGMQ. Há uma liberalização do setor e surgem as licitações das 'espelhos' empresas que irão concorrer com as recém privatizadas. Começam a aparecer operadoras que atuam no segmento de dados e no mercado corporativo.

A partir de 2001 intensifica-se a competição pelo mercado corporativo. Em 2003 aumenta a competição entre a telefonia fixa e a móvel e entre a móvel e a de longa distância móvel.

O Quadro 2.6 traz uma comparação entre a telefonia fixa e a celular em alguns períodos chaves no processo de privatização:

- monopólio / 1994 – embora este período tenha ido até a realização efetiva do leilão em 1998, foi arbitrariamente atribuída a data de 1994, em função do período de quatro anos seguinte que se queria ressaltar;
- monopólio/transição / 1995/96 - preparação das operadoras para a venda;
- competição / 1998 – ano do leilão e início da competição para as operadoras fixas;

- abertura / 2002 – novo cenário onde as operadoras fixas poderão sair de suas áreas de atuação e competir em outras áreas;
- liberação / 2003 – liberação do controle acionário; e
- consolidação / 2005 – novo cenário com a parceria entre telefonia fixa e móvel.

Quadro 2.6: Evolução da telefonia fixa e celular no Brasil.

Telefonia Fixa		Telefonia Celular
13,3 milhões de acessos fixos 32 operadoras, com 27 da Telebrás.	MONOPÓLIO 1994	18 milhões de acessos móveis 30 operadoras (aproximadamente uma por estado).
16,5 milhões de acessos fixos 3 regiões de operação +1 de longa distância, comprando ativos Telebrás. Brasil Telecom, Telemar, Telefônica e Embratel são concessionárias com obrigações e metas de universalização para prestar serviço em regime público. GVT, Canbrás, Vésper-SP e Intelig são empresas-espelho (autorização) e se concentram no mercado corporativo.	MONOPÓLIO /TRANSIÇÃO 1995/96	2,7 milhões de acessos móveis 10 regiões de operação em regime de duopólio, com Bandas A e B. Concessionárias na Banda B, adquirindo ativos da Telebrás: Telesp, Telefônica, Telemig, TIM, CRT, TCO, Amazônia, Tele-Leste e TIM NE. Autorizadas na Banda A, comprando espectro de rádio: BCP, Tess, ATL, Maxitel, Global, Telet, Americel, TCO e BCP.
22,3 milhões de acessos fixos Novo modelo para 2002. Brasil Telecom, Telemar, Telefônica e Embratel vão poder operar serviço fora de sua área de concessão em regime privado. Qualquer grupo poderá pleitear autorização para prestar serviço em regime privado.	COMPETIÇÃO 1998	7,4 milhões de acessos móveis Novo modelo para 2002. Vão ser três regiões de operação, com n concorrentes por área, nas Bandas A e B (800 MHz) e C, D e E (1.8GHz). SMP substitui o SMC. A escolha pela Banda de 1.8 GHz vai trazer o GSM para o Brasil.
45,1 milhões de acessos revistos Abertura das regiões à competição. Espelinhos passam a operar. Podem surgir operadoras só para longa distancia. Revisão tarifária em junho.	ABERTURA 2002	37,5 milhões de acessos previstos Telecom Itália cobre as 3 regiões (Banda D e E) no SMP. Telemar cobre sua região (Banda D) Operadoras celulares se reposicionam do SMP para SMC.
49,6 milhões de acessos previstos Passa a ser liberado o controle acionário das empresas operadoras.	LIBERAÇÃO 2003	45,5 milhões de acessos previstos Passa a ser liberado o controle acionário das empresas operadoras.
58 milhões de acessos previstos Operadoras de telefonia fixa e móvel podem ser parceiras operacionais. Serão quatro a sete grandes operadoras.	CONSOLIDAÇÃO 2005	58 milhões de acessos previstos Operadoras de telefonia fixa e móvel podem ser parceiras operacionais. Serão de quatro a sete grandes operadoras.

Fonte: adaptado de Fonseca (2001, p.19).

A partir de 2006 novas regras no contrato de concessão para as empresas de telefonia fixa começam a prevalecer. É fundamental que as operadoras cumpram o PGMU no tocante as metas para 2005.

2.5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento econômico de cada país tem ao longo do último século sofrido significativas transformações. Eventos como as duas grandes guerras, a queda da bolsa de Nova Iorque, as crises do petróleo, influenciaram os governos nas tomadas de decisão. Observa-se, que na história da economia mundial, houve um período no qual o Estado atuou como empreendedor, porque a iniciativa privada não tinha motivação para investimentos em setores do tipo telecomunicações, siderurgia, energia ou transporte.

Com o passar dos anos, governos e países do terceiro mundo perderam a capacidade de empreendimento, não conseguiram modernizar o monopólio estatal e foram incapazes de estabilizar a economia e manter o crescimento sustentado. Para Pinheiro e Gambiagi (2000), estes foram os principais motivos da privatização. O Estado começa a vender suas empresas e deixa de ser empreendedor para ser regulador.

A privatização tem-se estendido pelos mais diversos campos, como pode ser analisado em Roth (1987). Após a venda de industriais, seguiram-se as empresas públicas das áreas de telecomunicações, mineração, eletricidade, água e esgoto, ferrovia, portos, rodovias e bancos. O processo pode estender-se para sistemas de previdência social, hospitais, universidades e penitenciárias.

No Brasil, com uma defasagem de alguns anos, o processo de privatização não foi diferente. As privatizações iniciaram-se nos governos militares, nos setores de fertilizantes e químicos, e chegaram, no governo de Fernando Henrique Cardoso, atuando no setor público.

Especificamente com relação ao setor das Telecomunicações, as operadoras começaram, como iniciativas privadas e assim permaneceram por mais de 70 anos. A falta de investimentos no setor fez com que não ocorressem melhorias no sistema, e o governo, em meados da década de 60, começou um processo de nacionalização e modernização das telecomunicações. Foi um período de crescimento, seguido de retração devido basicamente ao confisco do FNT, ao controle sobre os investimentos e à ingerência do Estado. O setor voltou a apresentar deficiências no atendimento e na qualidade do serviço.

Do ponto de vista mundial, neste período os avanços tecnológicos, aliados à

redução de custos, viabilizaram o surgimento de novos e menores concorrentes num mercado tido como monopólio natural. Segue-se uma onda de liberalização, desregulamentação e privatização que atinge o setor de telecomunicações em todos os continentes. Na América Latina, o Brasil é um dos últimos países a privatizar suas telecomunicações após a reestruturação no Sistema Telebrás.

Fica claro que, num ambiente de alta competitividade e tão hostil, deva existir um órgão regulador autônomo capaz de corrigir as distorções que possam ocorrer no mercado e determinar metas de universalização, com foco no social, e que na visão de Nascimento (1996) saiba distinguir os movimentos de concentração anticompetitivos.

Observa-se que o setor além de ser competitivo é bastante dinâmico. Nos primeiros anos de privatização, a competição no Brasil, segundo Lobo (2002), provocou redução de 7,55% nos preços das ligações DDI e um reajuste médio de 14% na assinatura do telefone residencial. Passados mais de quatro anos, Lírio (2003) afirma que já não há competição na telefonia fixa, haja vista o aumento de mais de 148,1% na assinatura básica em São Paulo, e mais de 65,1% nos pulsos, quando comparados aos valores de 1999.

Outro ponto a refletir, embora não seja o foco deste trabalho, é o impacto que a desregulamentação e a privatização causaram na sociedade, particularmente no mercado de trabalho, como citado em Peoples (1998) e exemplificado em Borges (1997).

Embora, algumas áreas dentro das telecomunicações pareçam pouco competitivas, como o mercado de voz no segmento residencial, devido à baixa penetração da concorrência, em outras áreas, como transmissão de dados, ela é bastante expressiva, visto que o ataque da concorrência tem como alvo, em geral os segmentos corporativo e empresarial.

Face ao novo ambiente, que por si só tem uma dinâmica tão veloz quanto à evolução tecnológica que lhe dá suporte, conquistar e manter clientes passou a ser uma tarefa de vital importância para a sobrevivência das empresas. Neste ponto uma ferramenta que possa identificar, classificar e posicionar o cliente é de extrema importância para o setor de Marketing, segundo Loch e Lajús (2002). O cenário evoluiu de um sistema monopolista, onde uma operadora atendia vários clientes, para outro, no qual um cliente tem várias opções de fornecedores de produtos e serviços.

CAPITULO III

REDES DE TELECOMUNICAÇÕES

“Mr. Watson, come here. I need you.”
Alexander Graham Bell

3.1 INTRODUÇÃO

A comunicação à distância é uma necessidade que acompanha a humanidade há bastante tempo. Sinais de fumaça e tambores são exemplos de técnicas de comunicação à distância usados no passado. O constante desenvolvimento tecnológico aliado à crescente necessidade de comunicação impulsionou os avanços nas áreas das telecomunicações. Notadamente podem ser destacadas as invenções do telégrafo⁴⁵ e posteriormente do telefone⁴⁶ como marcos que influenciaram nos destinos das telecomunicações. No final dos anos 70, Jacobaeus (1977) já constatava que o desenvolvimento das telecomunicações tinha reflexos na economia, na sociedade e particularmente na vida de cada cidadão. As redes de telecomunicações assumem também um papel social de integração nacional, principalmente em um país de dimensões continentais como o Brasil, segundo tema abordado na Revista Telebrás (1994). Elas geram desenvolvimento, ao mesmo tempo em que se beneficiam dele.

Conforme Silva, O. (1993), é praticamente impossível se chegar a um país moderno, eficiente, produtivo e competitivo sem redes de telecomunicações avançadas. Núñez (2000) as converte em verdadeiras instituições, vitais para o desenvolvimento econômico e social da atualidade.

Este capítulo faz um rápido histórico da evolução das telecomunicações, procurando dar uma noção da estrutura de uma rede de telecomunicações, focando nos seus componentes básicos.

⁴⁵ O telégrafo foi inventado por Samuel Morse em 1832, porém foi patenteado somente em 1840. Em 24 de Maio de 1844 ocorreu a primeira demonstração pública de seu uso numa transmissão entre Baltimore e Washington.

⁴⁶ Em 7 de março de 1876, Alexander Graham Bell obteve a patente de invenção do telefone.

3.2 REDES DE TELECOMUNICAÇÕES

Assim como a tecnologia, também a definição de redes de telecomunicações evoluiu através dos anos, como pode ser observado nas diversas definições que seguem. Para Talley (1969), os elementos da rede telefônica são: o aparelho telefônico, a planta externa, a central, a planta e a central interurbanas, esta última incluindo transmissão, sinalização e operações associadas. Para Bellamy (1982), os elementos básicos de uma rede de comunicação são: os terminais, os sistemas de transmissão e as centrais. Para Pires e Piccinni (1997) os serviços de telecomunicações são oferecidos por um conjunto de equipamentos e meios de transmissão de tal forma organizados que permitem a interconexão de diversos usuários. Para Montoro (1990), um sistema de comunicação é composto de uma fonte que gera a informação, um transmissor, um meio de comunicação, um receptor e por fim o usuário da informação, que deverá receber a informação de forma inteligível. Mais recentemente, Tanenbaum (1997) define o sistema telefônico como formado de *loops* locais, troncos e estações de comutação.

De qualquer maneira, pode-se observar que alguns pontos são constantes nas definições e outros são agregados dependendo do momento tecnológico vivido.

Atualmente, as definições mais abrangentes deverão incluir transferência óptica de voz, dados e vídeo através de *links*, nós e terminais da rede. É bem provável que definições mais apuradas venham citar a qualidade dos sinais transmitidos e a facilidade de gerenciamento da rede.

3.3 COMPOSIÇÃO DAS REDES DE TELECOMUNICAÇÕES

A rede de telecomunicações é uma das invenções mais complexas do homem. Desde que foi implantada pela primeira vez, ela vem sofrendo significativos avanços, sendo ao mesmo tempo geradora e consumidora de novas tecnologias. A quantidade de elementos usados para representá-la vai depender do grau de detalhamento que se quer enfatizar, tal a quantidade e diversidade de equipamentos atualmente a ela agregados. Porém, alguns elementos têm permanecido presentes ao longo dos anos. Para o escopo deste trabalho serão considerados os seguintes segmentos: Comutação, Transmissão, Infra-estrutura e Rede, a exemplo do que

sugerem Soares Neto et al (1991), e que em geral, também são adotados para a elaboração de planejamentos, projetos e implantação de Sistemas de Telecomunicações.

Segundo León (2002), os investimentos na rede de pares de cobre estão assim distribuídos: 20-30% pertencem à comutação, 15-20% à transmissão, 15-20% à infra-estrutura e 40-50% são dedicados a rede, o que confere a rede de acesso um papel importante na economia das operadoras.

3.3.1 Comutação

A comutação acha-se relacionada com o chaveamento que ocorre nas centrais com a finalidade de estabelecer uma ligação telefônica entre dois assinantes. Em comutação é importante o sentido do tráfego, ou o sentido no qual são efetuadas as chamadas telefônicas. Estas iniciam no interesse do usuário chamador ou originador, designado assinante A e finalizam no destinatário, designado assinante B. Analogamente, são identificadas como “**ponta A**” a origem de uma chamada telefônica e “**ponta B**” o destino desta mesma chamada.

O princípio do telefone de BELL consistia na comunicação entre dois equipamentos ligados entre si por fios⁴⁷. Esta configuração descentralizada é razoável para uma quantidade pequena de telefones, mas tornou-se economicamente inconveniente quando este número cresceu.

A maneira como o usuário A escolhia o usuário B era feita através de uma chave seletora que possuía uma entrada ligada ao telefone de A e tantas saídas quantos fossem as linhas telefônicas que compunham a rede. Esta configuração forma uma malha na qual o número de ligações é expresso pela combinação de n assinantes dois a dois⁴⁸. Desta forma, se houvesse 8 telefones interligados, seriam necessárias 32 linhas telefônicas. Neste contexto, a linha telefônica é o circuito físico que une dois telefones entre si. Como a quantidade de telefones aumentou, a solução econômica foi colocar a chave seletora no centro, alterando a topologia da rede, de malha para estrela. Na configuração estrela o número de linhas é igual ao número de pontos e todas as linhas telefônicas convergem para o centro o que

⁴⁷ No início, usava-se um fio com retorno pelo solo. Como ocorria muita interferência passou-se a adotar dois fios, conferindo maior imunidade ao circuito.

⁴⁸ $C_{n,2} = n!/(n-2)!2!$, ou na fórmula $L = (n(n-1))/2$, onde L=número de Linhas, n=número de assinantes.

reduz significativamente os investimentos da rede.

O primeiro escritório de telefonia a ser implantada nesta configuração ocorreu em 1878, na cidade de New Haven, Connecticut, EUA, pertencia a Bell Telephone Company, e por estar localizada no centro da área de prestação de serviço passou a ser conhecida como: central telefônica, segundo Bellamy (1982), ou central de comutação telefônica.

Inicialmente as centrais telefônicas eram operadas manualmente. Havia uma mesa com um painel contendo seqüências paralelas de lâmpadas e jaques, estando cada par lâmpada-jaque ligado a um usuário. Quando a luz acendia a telefonista identificava uma chamada a ser estabelecida entre o assinante chamador e aquele cujo nome ele informava. A telefonista através de um cordão (fio elétrico flexível e isolado) fazia a ligação física entre os assinantes A e B conectando os jaques do cordão nos respectivos *plugs*. Era realizado um chaveamento ou uma comutação entre circuitos elétricos. Uma melhoria ocorreu quando os nomes dos assinantes foram substituídos por números.

O aumento na quantidade de telefones acarretou no aparecimento de alguns problemas: limitada capacidade das centrais, diafonia, emaranhado de linhas aéreas que saíam das torres telefônicas das centrais urbanas e principalmente a impossibilidade de comutação continuar sendo manual. A partir de então, uma série de melhorias e aperfeiçoamento vem acompanhando a evolução das centrais de comutação. Ferrari (1991) classifica a evolução dos sistemas de comutação telefônica em eletromecânicos, híbridos e centrais de programação armazenada (CPA).

Dentro dos sistemas eletromecânicos a literatura destaca:

- **Passo a passo**

Foi o primeiro sistema automático baseado na invenção de Strowger, um seletor de elevação e giro. A movimentação dos seletores era feita por pulsos de corrente contínua. O sistema era composto de estágios de seletores comutados uns após outros, razão pela qual ficou conhecido como Sistema Passo a Passo. A primeira central automática do mundo foi instalada em La Porte, Indiana em 1892. Em 1896, surge o disco do telefone, o que permitiu uma redução na quantidade de pares entre o aparelho e a central, passando a ser usado um único par de fios.

- **Rotativo e plano**

Segundo Talley (1969), durante a década de 1920, foram instaladas, nas

grandes cidades dos Estados Unidos, centrais automáticas com comutador plano, desenvolvidas pela *Bell System*, para substituir as centrais manuais. Neste mesmo período, na Europa, surgem os sistemas rotativos. Ambos os sistemas, plano e rotativo, adotavam os mesmos princípios de projeto, porém com diferentes quadros comutadores. Para Ferrari (1991), o sistema rotativo trouxe duas características inovadoras, possuía comando indireto e fonte motora fora dos seletores. Com o comando indireto, os pulsos, gerados pelo disco, não agiam diretamente sobre os seletores e eram armazenados em um dispositivo chamado Registrador que comandava os estágios seletores. O Registrador fazia o papel da telefonista quando as chamadas eram feitas através das centrais manuais. São exemplos de centrais rotativas a Rotary fabricada pela BTM da Bélgica e o sistema AGF da Ericsson. Os sistemas rotativos predominaram nas décadas de 1920 a 1950 e foram substituídos pelas Crossbar. Nos Estados Unidos também o sistema Crossbar substituiu o sistema plano, que apresentava elevado custo de manutenção e longo tempo para completar uma chamada.

- **Crossbar**⁴⁹

Esta técnica baseava-se no acionamento de duas barras posicionadas ortogonalmente e que fechavam um contato elétrico em um ponto quando se cruzavam.

Este dispositivo comutador teve grande aceitação entre os diversos fabricantes de centrais que os implementavam de maneira diferente, porém conservando a essência das barras cruzadas. Segundo Toledo e Barbosa Filho (1973), a LM Ericsson fabricava um dispositivo comutador com 10 barras verticais e 5 ou 6 horizontais. A Plessey ATE possuía um com 10 entradas (pontes) cada uma com até 28 saídas. A Standard Electrica da ITT tinha um multiseletor com 22 verticais e 14 horizontais e a Hitachi Ltda usava 20 verticais e 5 barras horizontais.

Segundo Ferrari (1991), em 1953 foram instaladas no Brasil as primeiras centrais Crossbar. Eram centrais rurais (ARK 30) fabricadas pela Ericsson.

O sistema crossbar predominou nas décadas de 50 a 70, período durante o qual puderam incorporar melhorias tecnológicas significativas. Dois dispositivos influenciaram na evolução das futuras centrais: o marcador e o registrador. O Marcador estabelecia um caminho, percorrendo os diversos seletores da central com

⁴⁹ Em 1913, John N. Reynolds patenteou um dispositivo comutador de barras cruzadas, que foi efetivamente usado pela primeira vez somente em 1927 pela Western Electric, no Brooklin, NY.

a finalidade de conectar o assinante A ao assinante B. Ele gerenciava todas as possíveis combinações entre os seletores para estabelecer a ligação telefônica. O registrador tem a mesma função do registrador no sistema rotativo. Recebe os pulsos do disco, codifica o valor do algarismo e guarda-o na memória. A combinação de um marcador com um registrador conferiram ao sistema a possibilidade de executar uma supervisão sobre a central telefônica. A partir de então foi possível obter informações sobre indicações, medidas e estatísticas dos hábitos de discagem dos usuários, sobre, por exemplo, o destino e duração de cada chamada originada, intensidade de chamadas por hora e observação do tráfego real.

- **Crosspoint**

A Siemens não aderiu ao sistema crossbar e desenvolveu o sistema ESK baseado numa matriz comutadora, disposta logicamente em eixos ortogonais com contato nos pontos de cruzamento, segundo Ferrari (1991).

A demora no estabelecimento das chamadas telefônicas nas centrais eletromecânicas com controle direto e de controle comum era visto como fator limitante destes sistemas em face do crescente volume de tráfego e da expansão que os serviços de telefonia vinham sofrendo. Os componentes de estado sólido, como transistores e circuitos integrados com alta velocidade de comutação, surgiram como a solução impulsionando o desenvolvimento da comutação eletrônica.

Nos Sistemas híbridos, as centrais caracterizavam-se por estarem na fase de transição entre as crossbar e as Centrais de Programação Armazenada (CPA). Foram centrais que tiveram alguns de seus dispositivos substituídos por microprocessadores, tipicamente os marcadores e registradores. Dispunham de equipamentos que compatibilizavam as velocidades de operação entre os sistemas eletromecânicos e os computacionais. Como exemplo, Ferrari (1991) cita as centrais ARE da Ericsson e PENTACONTA 2000 da ITT, ambas com curta duração no mercado.

Nas décadas de 50 e 60 os computadores eram vistos como um elemento a ser incorporado às centrais telefônicas, porém algumas características destas eram uma barreira para a efetiva adoção dos microprocessadores. Ferrari (1991) cita quatro características: a continuidade operacional (uma vez ativada a central telefônica não pode parar para manutenção), operação em tempo real, alta capacidade de processamento e alta confiabilidade. Uma vez solucionadas estas questões, as CPAs tornaram-se centrais com grande flexibilidade, capacidade de

análise lógica e possibilidade de acesso a informações, uma vez que os dados relativos ao desempenho da central passaram a ser armazenados.

Em 1958 o Bell Lab iniciou a construção de uma central CPA piloto em Morris, Illinois, que foi ativada em 1960. Em 1965, ocorreu a ativação da primeira central CPA comercial (1ESS – *Number One Electronic Switching System*) da *Bell Lab*, em Succasunna New Jersey. A 1ESS era constituída de duas partes principais, segundo Talley (1969): o controle central e a rede comutadora. A unidade central tinha cinco elementos ligados a ela, com os quais mantinha comunicação bidirecional: explorador de linha que verificava o estado de cada linha, armazenador de programas, armazenador de chamadas, rede comutadora e centro de administração e manutenção que possuía uma interface para entrada e saída de dados. O programa principal era composto de cinco outros programas cada um controlando uma parte específica de uma chamada.

Outros fabricantes também desenvolveram sistemas CPA, como a Automatic Electric Company com seu sistema EAX.

Para Martin (1969), a 1ESS tinha como objetivos econômicos a substituição das centrais existentes e o aumento na capacidade da infra-estrutura predial. As 2ESS e 3ESS foram projetos para as áreas suburbanas e rurais.

As CPAs revolucionaram a estrutura das centrais. Elas deixaram de ser somente equipamentos e passaram a ser constituídas por hardware e software. O hardware é bastante geral e a diferenciação entre as centrais ficou por conta da especificação e implementação do software. O hardware basicamente compõe-se da malha comutadora, que cuida da telefonia e opera na faixa dos milissegundos e o sistema de controle que gerencia a malha e opera na faixa dos microssegundos. O software é composto do Sistema Operacional e Software Telefônico. Este compreende as funcionalidades da central e seus parâmetros fixos que dão condições iniciais de funcionamento.

A partir de meados da década de 60, as centrais que iam sendo fabricadas incorporavam o estado da arte com o intuito de torná-las mais confiáveis, mais ágeis e com maior capacidade de processamento. O processamento de dados era efetuado pelo controle central, constituído por um par de processadores para maior confiabilidade e segurança. À medida que um componente eletrônico se estabilizava no mercado ele era incorporado à linha de montagem das centrais (memória MOS foi instalada nas centrais AKE). Em torno de 1970, apareceram as centrais de

comutação de programa armazenado espaciais (CPA-E) que ainda faziam um caminho físico determinado e exclusivo dentro da central. Em seguida, surgiram as centrais de comutação inteiramente eletrônicas, onde o caminho da chamada dentro da central era determinado temporariamente – foram as centrais de comutação de programa armazenado temporais (CPA-T).

As centrais CPA permitiram que as operadoras começassem a oferecer novos produtos/serviços antes inviáveis, tais como: discagem abreviada, siga-me (*follow me*), conferência, atendimento simultâneo, não perturbe, despertador automático, entre outros.

Entre 1965 e 1975, surgiram a primeira e a segunda geração de centrais CPA. Elas caracterizaram-se por centralizar o processamento de dados. Na D-10, o controle era executado por um par de processadores que adotava memória com núcleo de ferrite e o backup era feito em tambores magnéticos. Entre 1968 e 1975, estava em evidência a central METACONTA que usava um par de processadores trabalhando em Repartição de Carga. Os sistemas de segunda geração continuaram a ser comercializados além de 1975. Usavam comutação analógica baseada em contatos metálicos de minisseletores, a 2 fios para aplicações locais e 4 fios para centrais trânsitos. As centrais de primeira e segunda geração fazem o processamento centralizado implicando em processadores mais complexos que cuidam das tarefas simples e das complexas.

A terceira geração de CPA caracterizou-se por dividir a capacidade de processamento da central em dois níveis: nível Central que trata das tarefas complexas, de menor frequência como as chamadas entre centrais (tronco), e o nível Regional que trata das tarefas rotineiras, mais frequentes como receber pulso de disco. Na geração anterior estas tarefas não eram separadas. Entre 1975 e 1977 surgem os equipamentos E-10 (Alcatel) e AXE (Ericsson) que adotam dois níveis de processamento.

Com esta configuração foi possível expandir a central de forma econômica através da ampliação de processamento regional. O software que gerenciava o processamento regional executava tarefas mais rotineiras e universais, o que o tornava muito estável e com poucas alterações. As tarefas do processamento central eram mais complexas, porém com baixa frequência o que permitia um processador central mais econômico.

A terceira geração de CPA apresentava modularidade de funções. Foram

desenvolvidos blocos funcionais que continham uma função em torno de uma atividade de telefonia (função de tarifação – totalmente lógica).

A Ericsson, na sua central AXE, desenvolveu um estágio seletor de grupo digital e em 1978 colocou-o em operação, pela primeira vez, na Finlândia. O primeiro benefício foi o uso de sinais digitais entre centrais de comutação, sem a necessidade da conversão digital/analógica e vice-versa.

Para Barradas (1995), nas centrais CPA-T as ligações entrantes são digitalizadas em um sinal PCM de 64 kbps e concentradas com outras formando um TDM de 30 canais que vai circular dentro da central. Se o assinante B fica na mesma central, os bits que compõe a chamada são extraídos, transformados em sinal analógicos e enviados ao telefone de destino. Se a chamada for para outra central, os sinais vão compor um TDM de 30 canais – 2 Mbps, que seguirão pelo junco de saída da CPA para a outra central. As centrais se interligam através de troncos de 2Mbps – feixes E1. O caminho físico dentro da central foi substituído por um caminho lógico e as chamadas são separadas no tempo e não no espaço.

Resumidamente o sinal de voz analógico, originado no assinante A, passa primeiramente por uma etapa de conversão analógico/digital (CAD)⁵⁰, em seguida é multiplexado⁵¹ para logo após ser comutado⁵² e transmitido até o assinante B.

⁵⁰ Conversor CAD/CDA (conversor analógico-digital e digital-analógico) – o sinal analógico que chega do assinante é amostrado 8.000 vezes por segundo, gerando cada vez, em um intervalo de amostragem de 125 μ s (1/8.000), 8 bits, que contem informações sobre a amplitude do sinal analógico amostrado naquele instante. Assim, na saída do CAD haverá um fluxo de 64 kbit/s (8.000 x 8 bit). No sentido contrário, é feita uma conversão digital-analógica (CDA) através de um fluxo de 64 kbit/s que é reconstituído em um sinal analógico de voz recebido pelo assinante B.

⁵¹ Depois de digitalizados, os sinais são multiplexados em um MUX TDM segundo feixes de 32 canais digitais tributários. O multiplexador TDM amostra ciclicamente os tributários digitais na saída dos codecs, recolhendo em cada um, durante uma fatia de tempo de 126 μ s (*slot time*), 8 bits de cada tributário, formando um quadro agregado na saída de multiplexador constituído de 32 x 8 bits = 256 bits, que também deverá estar completo em 125 μ s (1/8.000). Para que esta condição seja satisfeita, a taxa de fluxo agregado deverá ser de $256/125 \cdot 10^{-6} = 2,048$ Mbit/s. No sentido inverso (o canal duplex) são executadas as funções de demultiplexação. Dos 32 canais assim multiplexados, 30 correspondem a canais de voz enquanto 2 são utilizados para funções de sincronização, manutenção e sinalização telefônica. Este multiplexador constitui o primeiro nível da hierarquia de multiplexação digital, é conhecido no Brasil como MUX TDM, tipo MCP-30 porque tem 30 canais.

⁵² A comutação dos canais telefônicos, se dá no quadro agregado do primeiro nível de multiplexação da hierarquia digital. A simples troca da ordem das fatias de tempo de 8 bits, dentro do quadro agregado, caracteriza uma comutação temporal entre canais digitais, ou seja, representa uma matriz de comutação do tipo 30 x 30. O funcionamento baseia-se na escrita sequencial das fatias de tempo de cada canal em uma memória e a sua posterior leitura aleatória segundo um endereçamento definido a partir de uma memória de comando, que contem a informação de saída da matriz de comutação. Este processo de comutação é conhecido como TSI (*Time Slot Interchange*). Arranjos espaciais repetidos desta matriz de comutação temporal básica, formam a base das modernas centrais de comutação temporal (CPA-T).

3.3.1.1 *Família Trópico*

Conforme Telebrás (1997), no Brasil, em 1977, o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás (CPqD) definia as primeiras especificações técnicas para a produção comercial de um equipamento de comutação digital. Em 1980 iniciou a elaboração do primeiro equipamento digital concentrador de linhas denominado Trópico C. A partir de 1980, apareceu o projeto da central Trópico R e em 1985 o equipamento foi testado e passou a ser produzido comercialmente. Em 1986, iniciou-se o projeto da Trópico RA, desenvolvido pelo CPqD, em parceria com a indústria brasileira para atender a rede pública de telefonia. Tratava-se de uma central de médio e grande porte, de tecnologia digital CPA-T e com função local e trânsito. A primeira central começou a operar em 1991 na Telebrasília. Atualmente as centrais Trópico são fabricadas pela Alcatel Telecomunicações S.A., Promon Eletrônica Ltda e STC Telecomunicações Ltda.

3.3.1.2 *Classificação das Centrais*

As centrais podem ser classificadas quanto à aplicação (pública ou privada), tecnologia (analógica ou digital) e função (local ou trânsito).

As centrais **Privadas**, também denominadas Centrais Privadas de Comutação Telefônica (CPCT), destinam-se a atender um grupo específico de usuários, como empresas, indústrias e outros setores nos quais o volume de tráfego de chamadas justifique sua instalação. De modo geral, estas centrais se conectam às centrais públicas, permitindo que se efetuem ligações para assinantes da rede pública. As centrais **Públicas** têm por objetivo o atendimento do público, por isto devem oferecer todo o serviço básico de telefonia, por exemplo, discagem local, DDD e recepção de chamadas.

Quanto à tecnologia, as centrais **analógicas** caracterizavam-se por possuírem circuitos eletro mecânicos e posteriormente eletro-eletrônicos e o sinal que levava a informação era analógico. Nas centrais **digitais**, toda informação, seja voz, dados ou vídeo, é digital. No Brasil, a partir de 1988, adotou-se a política de congelamento das centrais analógicas incentivando a fabricação de centrais digitais temporais. Vale ressaltar que a transição de uma tecnologia para outra não é

abrupta. Ela envolve um período no qual as duas tecnologias têm que coexistir, e mais importante, devem se comunicar. Soares Neto et al (1991) aponta como principais vantagens das centrais CPA-T sobre as centrais analógicas a integração digital nos sistemas de transmissão e comutação, redução de espaço, redução do consumo de energia, alto grau de modularidade, alta capacidade de tráfego entre outras.

Quanto à função⁵³ as centrais podem ser:

Central Local (CL): é aquela na qual estão ligados os assinantes e que origina ou finaliza uma ligação. Possui um raio médio de abrangência, em torno de 5 km. Tem seus limites definidos como área de estação. Os avanços técnicos proporcionados pelos sistemas PCM, ELR e ERLI têm estimulado a implantação de várias centrais com média capacidade, o que vem causando, segundo Soares Neto et al (1991) uma economia na rede primária e na infra-estrutura.

Central Trânsito⁵⁴ (CT): é a central que tem a função de processar chamadas entre centrais telefônicas locais ou entre centrais de mesmo nível ou nível inferior. Com o aumento na quantidade de usuários e conseqüente aumento na quantidade de centrais locais, tornou-se economicamente inviável que todas as centrais locais se interligassem através de cabos troncos, formando uma rede em malha. A solução adotada foi a inclusão de centrais que fizessem a comutação entre as centrais locais.⁵⁵

3.3.1.3 Encaminhamento

O Sistema Telebrás emitiu Práticas classificando as centrais e formalizando uma rígida hierarquia de encaminhamento no sentido de padronizar o estabelecimento das chamadas telefônicas, às recomendações internacionais. Com a implantação de centrais digitais, a capacidade de armazenamento de informações e a flexibilidade no encaminhamento, mesmo através de rotas alternativas,

⁵³ Na literatura aparecem outras classificações, como mostra a Prática Telebrás 210-110-700 (1992): Central Tandem (Cta), Central Mista (CtaM), Central Urbana (CT-U), Central de Trânsito Classes I, II, III e IV, Central de Trânsito Interurbana (CTI) e Central de Trânsito Internacional(CTIN), por exemplo.

⁵⁴ No contexto deste trabalho estão incluídas nesta categoria as Centrais Tandem (que interligam Centrais Locais) e as Centrais Trânsito Internacionais (que fazem a interconexão com outros países).

⁵⁵ As soluções de engenharia consideram não somente o aspecto técnico mas também o econômico quando são planejados os diversos entroncamentos entre as centrais, podendo ocorrer soluções mistas com uso de cabo tronco e centrais para resolver os problemas de encaminhamento.

passaram a ser feitas por programação nas centrais, permitindo uma redução na quantidade de níveis hierárquicos para o encaminhamento das chamadas.

3.3.1.4 Sinalização da Central

Apesar de toda a evolução, a central telefônica permaneceu com as seguintes funções: estabelecer o encaminhamento de uma chamada da origem ao destino, estabelecer a conexão entre os assinantes A e B, efetuar as devidas sinalizações⁵⁶, efetuar a tarifação da chamada e gerenciar todos os processos do início a fim da ligação.

Antes que se estabeleça um circuito em que os assinantes A e B possam conversar, ocorre uma troca de sinais entre a central e o assinante A, eventualmente entre centrais se o assinante B estiver em central diferente de A, e finalmente entre a central local e o assinante B. Nas centrais manuais, uma indicação luminosa e uma campainha chamavam a atenção da telefonista que então estabelecia a conexão entre A e B. Com o advento das centrais automáticas, as informações entre centrais e centrais-assinantes passaram a ser feitas por pulsos sobre corrente contínua. Estes foram substituídos por pulsos de frequência e posteriormente por uma combinação de frequências associadas duas a duas, sinalização multifrequencial.

Como a sinalização utilizava o mesmo canal da conversação dizia-se que a sinalização estava associada a canal, que poderia estar na mesma faixa de voz ou não. Mesmo no PCM, apesar da multiplexação no tempo, a voz e a sinalização fluem pelo mesmo canal. Com as CPA, não é mais necessário que a sinalização e voz trafeguem pelo mesmo canal, criou-se um canal comum para sinalização desvinculado do canal de conversação. É a sinalização a canal comum. Por volta de 1965 o CCITT iniciou estudos para especificar um sistema de sinalização por canal comum para suportar as novas facilidades das centrais CPA aliadas à rede de comunicação de dados. Em 1972, foi oficializado o sistema número 6 para uso em enlaces analógicos da rede internacional. Em 1978, voltaram os estudos para um ambiente totalmente digital e dois anos mais tarde, o CCITT publicou na série de recomendações do livro amarelo o Sistema de Sinalização por Canal Comum #7.

⁵⁶ São várias as sinalizações que ocorrem em uma central telefônica, por exemplo, sinalização na rede telefônica: sinal de ocupado, de atendimento, desligar para trás, desligar para frente, confirmação de desconexão, tarifação, bloqueio, re-chamada; sinalização de registrador; sinalização MFC; sinalização acústica; sinalização em canal comum, dentre outras.

Este foi idealizado para ser utilizado numa rede digital com centrais CPA-T e enlaces de transmissão tipo PCM e a sinalização tem por base o modelo OSI (*Open System Interconnexion*) utilizado em comunicação de dados.

3.3.1.5 Áreas Locais, Preços e Tarifas

Para efeito de tarifação, passa a ter importância a área de abrangência de uma estação⁵⁷. Várias áreas de estação estarão contidas em uma área local⁵⁸ e várias destas áreas estarão dentro de uma área tarifária⁵⁹, não podendo uma área local estar em duas áreas tarifárias ao mesmo tempo. Não há, portanto, intersecção de áreas tarifárias. Para as ligações entre os assinantes de mesma área local é cobrado o menor valor de tarifa (DL -Degrau Local)⁶⁰. Para assinantes contidos numa mesma área tarifária, porém em áreas locais diferentes a tarifa independe da distância entre A e B, é cobrado D1. Entre assinantes que estão em áreas tarifárias diferentes o Degrau Tarifário⁶¹ é função da distância geodésica⁶² entre as localidades centro de área tarifária⁶³. Desta forma é possível calcular a tarifação entre quaisquer duas localidades. A Anatel disponibiliza em seu *síte* uma opção, na qual qualquer pessoa poderá verificar o valor da tarifa adotada entre duas localidades quaisquer do país e constatar através de sua fatura telefônica se a prestadora de STFC está praticando os valores informados pela Agência reguladora.

Quanto maior o de grau tarifário maior o valor da tarifa. Porém, nem sempre,

⁵⁷ No contexto deste trabalho, a estação é caracterizada pela infra-estrutura predial que contém uma ou mais centrais. Desta forma a área da estação equivale a área de abrangência de todas as centrais contidas na estação. A abrangência da estação se estende até o limite de atendimento de sua rede secundária.

⁵⁸ Pela Resolução n. 85 de 30 de dezembro de 1998, em seu anexo consta que área local trata-se de uma área geograficamente contínua de prestação de serviços, e definida pela Agência Reguladora, segundo critérios técnicos e econômicos, onde é prestado o STFC na modalidade local.

⁵⁹ A Portaria n. 297, de 29 de Novembro de 1995 define a área tarifária como “um conjunto de áreas locais, agrupadas para efeito de tarifação, em torno de um ponto geograficamente determinado (localidade centro de área) em função do fluxo de tráfego e do código de numeração de telefonia”.

⁶⁰ Não estão sendo consideradas eventuais promoções, ou horários reduzidos.

⁶¹ Na Portaria n. 297, de 29 de Novembro de 1995, o Degrau Tarifário é definido como o intervalo de distância geodésica entre as localidades centro de área tarifária, sendo Degrau Conurbado (DC) válido para as áreas conurbadas; Degrau 1 (D1) até 50 km de distância geodésica; Degrau 2 (D2) para distâncias acima de 50 km até 100 km; Degrau 3 (D3) para acima de 100 até 300 km e Degrau 4 (D4) para distâncias geodésicas acima de 300 km.

⁶² Segundo Oliveira (1993), distância geodésica é a distância medida no comprimento duma linha geodésica do elipsóide (p.161), sendo a referida linha a menor distância entre quaisquer pontos de quaisquer superfícies matematicamente definida (p.238).

⁶³ A Portaria n. 297, de 29 de Novembro de 1995 define a Localidade Centro de Área Tarifária como a localidade referência usada na determinação da distância geodésica entre todas as áreas locais a ela pertencentes e as demais áreas de tarifação do país.

quanto maior a distância entre os pontos A e B, maior o degrau tarifário. Daí a importância de se definirem claramente as áreas locais, as áreas tarifárias e as localidades centro de área tarifária.

3.3.1.6 Rede Digital Integrada e Rede Digital de Serviços Integrados

As redes de telecomunicações evoluíram significativamente desde que foram primeiramente implantadas, graças ao desenvolvimento constante da tecnologia envolvida. Porém, a transferência desta evolução, dos laboratórios para o campo, não ocorreu de maneira homogênea, nem no tempo, nem no espaço, o que é natural. Centrais são ativadas e somente desativadas quando economicamente inviável, ocorrendo enquanto isso a convivência de várias tecnologias. Fibras ópticas são progressivamente instaladas, operando ao lado de cabos coaxiais e de pares metálicos. De forma análoga são os serviços oferecidos ou demandados. Na história da evolução das redes verifica-se que o surgimento de um novo serviço por vezes requer uma nova rede, já que a existente não é capaz de suportar os novos requisitos técnicos solicitados. Assim aconteceu com a rede telefônica que foi implantada porque a rede de telegrafia existente na época não atendia às características que o 'novo' serviço exigia. Mais recentemente, com os serviços de comunicação de dados, novas redes tiveram que ser criadas sobre as redes de telefonia, para dar suporte aos novos serviços, porque estas são boas para transporte da voz humana (300 a 3.400Hz), mas são ineficientes para serviços de comunicação de dados. O mesmo aconteceu com os serviços Telex, Renpac, Internet e outros. Cada serviço tem associado uma rede com características próprias embora utilizem parte da infra-estrutura existente.

Com o objetivo de integrar os diversos serviços, como voz e dados, até então implementados sobre redes isoladas e evitar que cada novo serviço implicasse numa nova rede, o CCITT, no início da década de 70, idealizou uma Rede Digital Integrada⁶⁴ (RDI) cujos comutadores e caminhos digitais fossem comuns para diferentes serviços.

Na RDI pública o trecho de linha de assinante que vai do aparelho telefônico

⁶⁴ A palavra integrada designa que tanto a multiplexação quanto a comutação são baseadas em técnicas digitais. O suporte de transmissão e multiplicação da RDI está baseado na multiplexação PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy).

até a central ainda não é digitalizado.

A implantação de uma RDI requer alguns cuidados, como indicados nas Práticas Telebrás 210-110-700 (1992) e 210-110-707 (1992), visto que por um período de transição, haverá a convivência de redes analógicas e digitais.

O passo seguinte à implantação de uma RDI é a oferta de serviços plenamente suportados pela nova rede, surgindo o conceito de RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados – ISDN *Integrated Services Digital Network*), na qual o acesso à integração ocorre através de interfaces normatizadas fisicamente suportadas por uma única linha digital e, segundo Duarte e Carvalho (1993), possibilitando a integração das redes de comutação de voz e pacote, barateando e melhorando a operação e manutenção das mesmas.

A concretização desta rede pressupõe, segundo a própria ITU, uma infraestrutura do tipo RDI e passa por dois estágios de desenvolvimento: RDSI de faixa estreita (N-ISDN *Narrowband ISDN*) e RDSI de faixa larga (B-ISDN *Broadband ISDN*). A RDSI de faixa estreita está baseada na comutação de n (variando de 2 a 31) canais de voz digitais básicos de 64 kbit/s e um canal de sinalização (canal D de 16 kbit/s ou 64 kbit/s). Desta forma a RDSI implementa a sinalização através de uma infra-estrutura de canais próprios formando um plano de sinalização distinto do plano da rede do usuário, pela qual trafegam somente dados. Esta estratégia confere a RDSI tempos extremamente rápidos de conexão e desconexão das ligações⁶⁵.

A RDSI de faixa larga está baseada na tecnologia de transmissão e comutação conhecida como ATM (*Asynchronous Transfer Mode*). A arquitetura desta RDSI equivale a da RDSI faixa estreita, porém o acesso básico é de 155 Mbit/s e o acesso primário de 622 Mbit/s, tendo como suporte de transmissão as hierarquias de multiplexação digital PDH e SDH.

Os padrões RDSI são usados para implementação de redes digitais que permitam transportar diferentes tipos de tráfegos: voz, dados e imagens, por exemplo, através de interfaces padronizadas. A primeira versão de RDSI foi elaborada pelo CCITT (ITU-T) com a finalidade de aproveitar a infra-estrutura existente dos serviços de telecomunicações cuja tecnologia estava evoluindo para sistemas digitais de comutação e multiplexação.

⁶⁵ A taxa de acesso básica da RDSI é de 144 kbit/s, sendo dois canais básicos (B) de 64 kbit/s cada, mais um canal D de sinalização de 16 kbit/s, formando um conjunto $2B + D = 144$ kbit/s. O acesso primário, possui taxa de 2.048 Mbit/s e é constituído de $31B + D = 2,048$ Mbit/s.

Os tipos de aplicações sobre estas redes poderão, de forma genérica, ser divididos em: aplicações que não ocupam grande banda passante, como os serviços de telefonia, texto, imagens estáticas, e aplicações que requerem grande banda passante, como: videoconferência, mídia interativa, *backbones* para interconexão de redes de computadores.

Os padrões RDSI-FE e RDSI-FL diferem substancialmente quanto à tecnologia do modo de transferência empregado. O primeiro está construído sobre redes que funcionam segundo o padrão STM. O segundo está apoiado no padrão ATM, conforme mostra a Figura 3.1.

RDSI-FE (N-ISDN)	RDSI-FL (B-ISDN)	Tipo da Rede
Aplicações Faixa Estreita	Aplicações Faixa Larga	Tipo da Aplicação
Até 2 Mbit/s	155 Mbit/s	Velocidade suportada pelo canal
STM	ATM	Modo de Transferência

Fonte: adaptado da LAMI da PUC/PR (2000).

Figura 3.1: RDSI-FE e RDSI-FL e seus modos de Transferência.

Após a emissão de uma série de recomendações (Série I do Livro Vermelho do ITU-T, em 1984), especificando aspectos essenciais da RDSI, vários países iniciaram experiências piloto para a sua implantação. São exemplos: o *Model System* da NTT (*Nippon Telephone and Telegraph*); o IDA (*Integrated Digital Access*) da BT (*British Telecom*), o DBP (*Deutsche Bundespost*) na Alemanha; o Projeto RENAN desenvolvido na França, além da Itália, Canadá, Estados Unidos e outros, segundo Baptistella e Lobo (1990) e Duarte e Carvalho (1993).

No Brasil, o RDSI teve seu ingresso na década de 80 com a formação de grupos de estudos compostos por profissionais da Telebrás e CPqD que posteriormente transformou-se num grupo de trabalho. Este grupo finalizou com uma proposta de implementação de um projeto piloto cuja implantação do serviço só veio a ocorrer no início dos anos 90, com as contratações feitas por várias operadoras do Sistema Telebrás, a exemplo da CRT, Teleceará, Telpe, Telemig, Telems, Telerj, Telesp, Telesc, Telepar e Telegoiás.

Para Taube (1991), a RDSI, comercializada no início dos anos 90 estava limitada pela comutação baseada nas CPA-T, com tratamento de sinais a 64 Kbit/s e pela rede de distribuição metálica, que limitava a capacidade de transmissão. Nesta situação a RDSI é chamada faixa estreita (RDSI-FE, ou N-ISDN). Através da RDSI-FE não são possíveis serviços com taxas maiores que 2Mbit/s, por exemplo, os serviços de vídeo. Com a disponibilidade de uma rede de fibras ópticas tornou-se possível a oferta de serviços de faixa larga. A RDSI de faixa larga (RDSI-FL ou B-ISDN) deve suportar conexões comutadas, semipermanentes e permanentes, ponto a ponto ou ponto multiponto, nos modos pacote e circuito.

A introdução da RDSI, como de qualquer outro serviço, requer o estudo do mercado com a finalidade, em última análise, de saber a viabilidade econômica de sua implantação. Atualmente, os serviços de telefonia são oferecidos associados a outros serviços adicionais. Estes últimos nem sempre são considerados essenciais podendo ocorrer até rejeição por parte do mercado. No caso do RDSI, Oliveira (1999) alerta para o fato de que mesmo havendo uma demanda reprimida pelo serviço, é fundamental que se esclareça o usuário ou se faça uma divulgação na época certa, sob pena do produto não ser aceito, ou por desconhecimento ou porque se tornou obsoleto frente a novas tecnologias existentes no mercado. O fato é que hoje o RDSI não é o produto/serviço *top* das operadoras, ele conta com tecnologias concorrentes como: o modem a cabo (*cable modem*) e o ADSL para o mercado residencial, este último contando com marketing muito mais agressivo.

O RDSI oferece no ambiente residencial a segunda linha através de um único par de fios, busca inteligente, campanha diferenciada, acesso à internet, podendo se conectar até oito equipamentos terminais (como fax, micro, telefone). No ambiente corporativo, disponibiliza videoconferência, *banking*, interconexão de LANs e telemedicina, por exemplo. Para usuários de comunicação de dados, o RDSI pode ser usado para conectar *host-to-terminal*, *PC-to-host*, *PC-to-PC*. Também é possível realizar interconexões de LANs e entre LANs e microcomputadores.

Pode-se notar que somente a partir do conceito RDSI, a rede de telecomunicações torna-se uma rede integradora de serviços, porém, enquanto a RDSI não é uma realidade plena, diversas soluções intermediárias são disponibilizadas pelas concessionárias para oferecer soluções de conectividade de longa distância, com taxas adequadas, para a interconexão entre redes corporativas. A maioria destas soluções está baseada na utilização de canais digitais privativos

dedicados do sistema PDH e SDH, usados em ligações ponto a ponto.

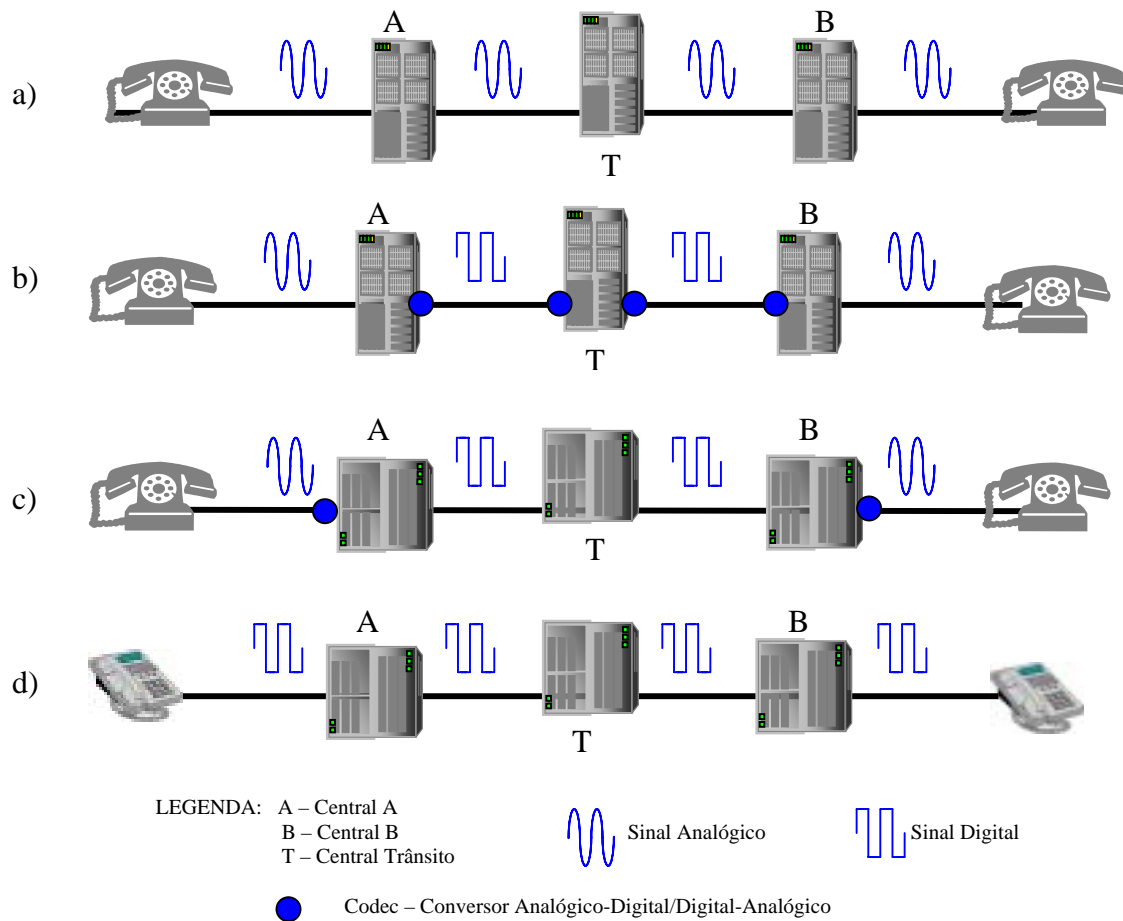
3.3.1.7 Redes Inteligentes

As diversas centrais, dos mais variados fabricantes, com suas peculiaridades no estabelecimento das chamadas telefônicas vão compor a rede de telecomunicações. Esta diversidade dificulta a implementação e gerenciamento de novos serviços, obrigando a reprogramação das centrais. Com o intuito de resolver este problema, foi idealizada a Rede Inteligente, constituída de uma camada de controle sobreposta à rede de telecomunicações, na qual estariam centralizados os dados e a lógica dos serviços. Idealizada em 1984, pela Bellcore, objetivava tornar as RBOC (*Regional Bell Operating Companies*) mais competitivas no ambiente de desregulamentação norte-americano, segundo Martins, Gonçalves e Vianna (1991). Além dos EUA, Redes Inteligentes surgiram na França, Inglaterra e Japão. Neste mesmo período, o cenário brasileiro mostrava-se bastante deficiente em relação à prestação de serviços de telecomunicações e a implantação de qualquer serviço a nível nacional encontrava uma rede heterogênea com centrais eletromecânicas junto com CPA-T.

3.3.1.8 Evolução do Segmento Comutação

A Figura 3.2 mostra a evolução da Comutação. Na primeira etapa, identificada por a) na Figura 3.2, o sistema era todo analógico. Todas as centrais A, B (locais) e T (trânsito) eram analógicas e trocavam informações entre si de forma analógica com multiplexação FDM. Na segunda etapa, b) na Figura 3.2, o sistema era híbrido: a comutação era analógica, a transmissão era digital (PCM) e a multiplexação TDM. Nesta etapa foram introduzidos equipamentos conversores entre as centrais. Estes equipamentos, denominados Codec, transformavam sinais analógicos em digitais e vice-versa. Porém internamente as centrais ainda operavam com sinais analógicos. Na terceira etapa, c) na Figura 3.2, o sistema era RDI, a comutação e a transmissão eram digitais, porém o acesso do assinante era analógico. Surgiram as centrais que operavam internamente com sinais digitais, evitando a instalação dos Codecs entre elas. Nesta etapa, os sinais analógicos originados pelos telefones são convertidos

em sinais digitais ao entrarem nas centrais locais.



Fonte: adaptado de Baptistella e Lobo (1990, p.5).

Figura 3.2: Evolução da Comutação no Sistema Telefônico.

Na última etapa, d) na Figural 3.2, o sistema é ISDN. Totalmente digital e inteligente com integração de serviços. A conversão analógico/digital é feita diretamente no telefone e por toda a linha trafegam somente sinais digitais.

3.3.2 Transmissão

Para efeito deste trabalho o segmento transmissão engloba apenas os sistemas que permitem o entroncamento entre centrais, não adotando a rede de assinante, ou rede de acesso, como parte da rede de transmissão, como faz Arcoverde e Suslick (1992). A rede de assinantes será tratada mais adiante como um dos segmentos que compõe o sistema de telecomunicações.

Nos sistemas de telecomunicações, o meio de transmissão faz a conexão entre o emissor e o receptor interligando origem e destino. Whitty and Roberts (1988) citam como meios de transmissão: micro-ondas, cabos de fibra óptica, satélites, cabos coaxiais e cabos de pares metálicos⁶⁶. Cada um destes meios, com suas características tecnológicas e econômicas vem, no seu devido tempo, contribuindo para a transmissão em telecomunicações.

À medida que as centrais telefônicas vão sendo implantadas, elas são conectadas umas as outras a fim de que se possam realizar chamadas locais, interurbanas e internacionais. A interconexão entre as primeiras centrais era feita através de cabos de pares, identificados como troncos. A capacidade destes cabos era diretamente relacionada ao atendimento do tráfego entre elas. O aumento da distância e do tráfego entre centrais e o custo associado levaram ao desenvolvimento de outras soluções de transmissão. Segundo Ribeiro e Barradas (1980), no intuito de explorar ao máximo a capacidade dos meios de transmissão, idealizaram-se os sistemas multiplex⁶⁷, de modo a permitir que um único meio fosse compartilhado por várias chamadas simultaneamente. O compartilhamento podia ser feito no domínio da frequência⁶⁸ ou no domínio do tempo⁶⁹. Outra técnica de transmissão, segundo Dall'Antonia (1992b), é a que utiliza diferentes comprimentos de ondas na faixa do infravermelho⁷⁰, transmitidos simultaneamente através de uma fibra óptica.

⁶⁶ Variantes desta classificação são apresentadas por outros autores. Por exemplo, Ribeiro e Barradas (1980, p.789-807) sugerem que os meios de transmissão sejam classificados em:

Linhas físicas – que englobam as linhas abertas, pares de fios, cabo de pares, cabos coaxiais, guias de onda e fibras ópticas.

Espaço livre – que pode ser dividido em: Rádio (ELF, VLF, LF, MF, HF, VHF, UHF, SHF e EHF) e Luz (infravermelho e ultravioleta), onde: ELF = *Extremely Low Frequency* (300Hz a 3000Hz), VLF = *Very Low Frequency* (3kHz a 30kHz), LF = *Low Frequency* (30kHz a 300kHz), MF = *Medium Frequency* (300kHz a 3000kHz), HF = *High Frequency* (3MHz a 30MHz), VHF = *Very High Frequency* (30MHz a 300MHz), UHF = *Ultra High Frequency* (300MHz a 3000MHz), SHF = *Super High Frequency* (3GHz a 30GHz) e EHF = *Extra High Frequency* (30GHz a 300GHz). As frequências acima de 1GHz são popularmente conhecidas como micro-ondas, não sendo uma denominação técnica.

⁶⁷ Segundo Arcoverde e Suslick (1992), a invenção da multiplexação foi a primeira economia no uso do cobre e que com o multiplex foi possível agrupar até 32 canais no mesmo fio do telefone. Barradas (1995 p.89-105) faz uma descrição histórica do nascimento dos sistemas multiplex.

⁶⁸ FDM (*Frequency Division Multiplexing*) – Multiplexação por Divisão de Frequência ou multiplexação analógica. FDM aloca vários canais de voz em frequências diferentes de modo que não haja interferência entre elas e depois as agrupa enviando-as em um único meio de transmissão. Segundo Ribeiro e Barradas (1980, p.808-854) o uso de FDM foi sugerido em 1920, porém somente a partir de 1940, com as tecnologias de microondas e cabos coaxiais houve uma maciça implantação de equipamentos FDM.

⁶⁹ TDM (*Time Division Multiplexing*) – Multiplexação por Divisão de Tempo ou multiplexação digital. No TDM vários canais de voz são amostrados no tempo, quantizados e colocados em um único meio de transmissão.

⁷⁰ WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) – Multiplexação por Comprimento de Onda, que pode ser de dois tipos: WDM de Baixa Densidade e WDM de Alta Densidade, segundo Dall'Antonia (1992b).

3.3.2.1 Hierarquias na Transmissão Digital

No histórico apresentado por Ribeiro e Barradas (1980), o TDM surgiu antes do FDM, em meados da década de 1870, porém, somente com o desenvolvimento das técnicas digitais (circuitos integrados e PCM), no final dos anos 60 e início dos 70, voltou novamente a ser utilizado. Na época, a velocidade com que se desenvolviam os sistemas PCM⁷¹ impossibilitou o CCITT de recomendar um padrão internacional para transmissão, de modo que se consagraram três padrões (hierarquias), mostrados no Quadro 3.1, originários do mesmo sinal básico de 64kbps: americano, europeu e japonês, também conhecidas como hierarquias digitais plessiócronicas (*Plesyochronous Digital Hierarchies* – PDH⁷²).

Quadro 3.1: Hierarquias digitais plessiócronicas.

Nível		Americano		Europeu		Japonês
0		64 kbps		64 kbps		64 kbps
1	x24	1.514 kbps	x30	2.048 kbps	x24	1.514 kbps
2	x4	6.312 kbps	x4	8.448 kbps	x4	6.312 kbps
3	x7	44.376 kbps	x4	34.368 kbps	x5	32.064 kbps
4	x6	274.176 kbps	x4	139.264 kbps	x3	97.728 kbps
5			x4	564.992 kbps	x4	397200 kbps

Fonte: baseado em Soares, Lemos e Colcher (1995, p.559).

No início dos anos 80, o setor das telecomunicações dá sinais de mudança. O mercado que era fortemente dominado pelo tráfego de voz começa a requerer comunicação de voz e dados, este último pela necessidade de comunicação entre computadores. Para Danielsson (1992), a crescente pressão financeira sobre as operadoras, o crescimento da competição devido à desregulamentação do mercado, a demanda sem precedentes de usuários que vêem a comunicação como ferramenta estratégica de mercado, influenciaram a indústria das telecomunicações a formular novos padrões para uma nova hierarquia de transmissão.

Diante da crescente penetração da fibra óptica conectando companhias telefônicas locais, Malavazi (1991) destacou a necessidade de uma padronização de um sistema TDM com transmissão óptica como um dos principais objetivos para que se obtivesse uma interface óptica compatível entre diferentes fabricantes, com

⁷¹ Estados Unidos e Japão consideram um sistema de 24 canais, sendo 23 para dados e 1 para sincronismo (padrão T1 – 1.544Mbps). Na Europa adota-se o modelo de 32 canais, 30 para dados e dois para sinalização – (padrão E1 - 2.048 Mbps).

⁷² Plessiócronicos são os sistemas que apresentam possíveis variações ou diferenças entre os relógios das fontes geradoras.

facilidade de inserção e extração de sinais de forma simplificada, dada a complexidade destas funções no PDH.

Os sistemas PDH, que foram projetados inicialmente para suportar somente tráfego telefônico, apresentavam: dificuldades e altos custos na compatibilização entre diferentes hierarquias de transmissão; necessidade de demultiplexação de sinal para extrair um canal de nível inferior; falta de informações de gestão, manutenção e estado da rede; falta de normas para transmissão óptica, e impossibilidade de incorporar novos serviços como videoconferência e Internet. Diante de todos estes problemas, a indústria das telecomunicações formulou um conjunto de padrões com o objetivo de reduzir os custos de operação e aumentar a oferta de serviços ao usuário.

Dois importantes fatores influenciaram na forma de um novo padrão: a proposta de uma rede digital de serviços integrados de banda larga e a quebra do monopólio da Bell em 1984.

Em 1985 foi publicada a proposta da Bellcore (*Bell Communications Research*): *Synchronous Optical NETWORK*, ou SONET. Os documento padronizavam a interface ótica, o formato do quadro de transmissão e as velocidades de cada sinal a ser utilizado nas redes baseadas em fibras ópticas. Em 1988, o ITU-T aprovou as recomendações G.707, G708 e G709 que ficaram conhecidas como SDH⁷³ (*Synchronous Digital Hierarchy*). O Quadro 3.2 mostra os padrões SDH (da ITU-T) e SONET (da Bellcore). Observa-se que em algumas faixas de frequência, os dois padrões estão presentes, por exemplo na faixa de 155.520Mbps. Já em outras faixas, somente o padrão americano aparece, por exemplo na faixa de 51.840Mbps.

Quadro 3.2: Sinais SDH e SONET

SONET - USA	Bandwidth (Mbps)	SDH – ITU-T
STS - 1	51.840	
STS - 3	155.520	STM - 1
STS - 9	466.560	
STS-12	622.080	STM - 4
STS-18	933.120	
STS-24	1.244.160	
STS-36	1.866.320	
STS-48	2.488.320	STM-16
STS-192	9.953.280	STM-64

STM – *Synchronous Transport Modules – Level - x*

STS – *Synchronous Transport Signal*

Fonte: baseado em www.ericsson.com/about/telecom e em Pan (1998, p.189).

⁷³ Segundo Danielsson (1992), a introdução do SDH trouxe um conceito que denota um novo tipo de rede de transmissão gerenciável denominado Rede de Transporte (*Transport Network*).

A taxa de transmissão básica do SDH⁷⁴ é 155.520 Mbps (velocidade chamada STM-1 – *Synchronous Transport Module* – 1, modo de transporte síncrono – nível 1).

O fato de o SDH fornecer um único padrão comum para todas as redes de telecomunicações, permite que equipamentos de diferentes fabricantes possam ser interconectados diretamente.

A evolução de uma rede plessiócrona (PDH) para uma rede síncrona (SDH) deve considerar os investimentos já realizados e os recursos financeiros necessários para que se possa usufruir os benefícios da rede, para tanto, Breuer e Hellström (1990) propõem uma rede de transição com enlaces síncronos (SDH) sendo instalados em paralelo com enlaces plessiócronsos (PDH) e ressaltam como vantagens econômicas da rede SDH: um menor custo de operação e manutenção, padronização mais geral, resultando em maior compatibilidade entre equipamentos de fabricantes diferentes, escalabilidade e facilidade de incluir e excluir níveis de 64 kbps. Carneiro (1992) destaca os benefícios: a possibilidade de interconectividade plena entre o assinante e o sistema provedor do serviço, e o gerenciamento desta conectividade.

3.3.2.2 Modo de Transferência Assíncrono - ATM

O ATM⁷⁵ é uma tecnologia de multiplexação e comutação de células que combina os benefícios da comutação por circuito (capacidade garantida e atraso de transmissão constante) com os princípios de comutação por pacote (flexibilidade e eficiência para tráfego por rajadas). Foi originalmente concebido para transferir dados em alta velocidade sobre redes públicas, permitindo uma variação de banda de poucos Mbps a muitos Gbps.

Para Lagerstedt and Nyman (1993), o ATM é uma tecnologia capaz de tratar a transmissão e a comutação de todos os tipos de serviços dentro de uma infraestrutura⁷⁶ única em uma operadora de rede pública de telecomunicações.

⁷⁴ STM-1 define o primeiro nível de hierarquia. A estrutura de um quadro STM tem 2.430 bytes, que duram 125 microsegundos (exatamente o tempo que dura um canal PCM de 64kbps). Os bytes são organizados em 270 colunas por 9 linhas.

⁷⁵ ATM – *Asynchronous Transfer Mode* ou Modo de Transferência Assíncrono. O ITU-T denomina Modo de Transferência a tecnologia de transmissão, multiplexação e comutação que é utilizada para a transferência de informações, em Soares, Lemos e Colcher (1995, p.515).

⁷⁶ No contexto, infra-estrutura tem um conceito amplo, referindo-se a tudo o que for necessário para estabelecer uma comunicação entre os pontos A e B, envolvendo os segmentos de comutação, transmissão, rede

No final dos anos 80, o ATM foi aprovado como modo de transferência para a RDSI-FL, pela ITU-T. Para Staxén and Vestin (1993), o ATM foi escolhido como mecanismo de transporte para a RDSI-FL por ser capaz de prover conexões com largura de banda arbitrária e condições para acomodar vários serviços diferentes. No início dos anos 90, o ATM Fórum⁷⁷ estende as recomendações do ITU-T sobre as redes públicas e privadas. Neste período saem as recomendações para tamanho e formato das células, na arquitetura da rede.

Segundo Macedo, Braga e Alves Jr (1999), o ATM é uma tecnologia com base na transmissão de células⁷⁸ que são unidades de tamanho fixo e formato padronizado de informação. Estas células são transmitidas através de conexões com circuitos virtuais (VCC), com o encaminhamento baseado em informações que estão nos cabeçalhos das células. Uma rede ATM é orientada a conexão, o que significa que uma conexão virtual deve ser estabelecida através da rede ATM antes de qualquer transferência de dados.

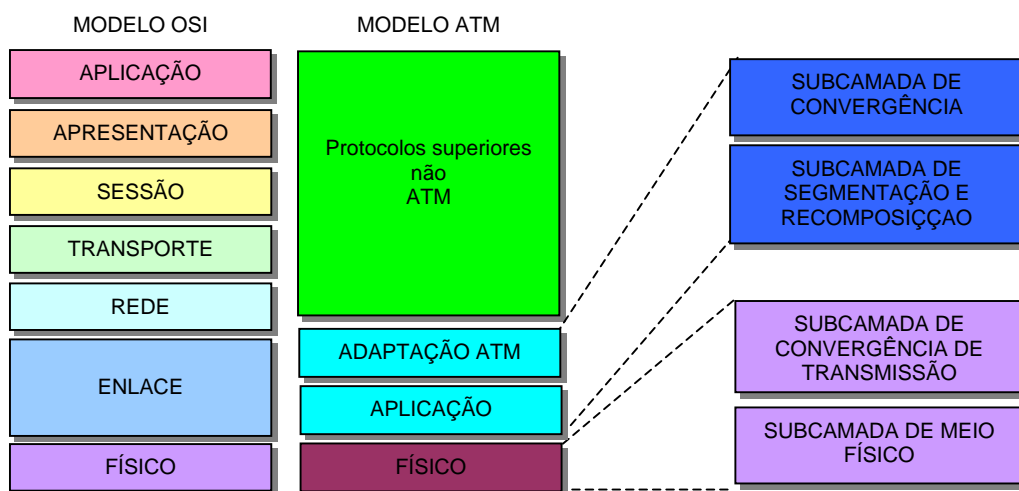
As redes ATM são representadas por um modelo em camadas, seguindo os mesmos princípios do modelo de referência OSI, porém não existe nenhuma correspondência direta entre as camadas dos modelos ATM e OSI. A Figura 3.3 compara os modelos OSI e ATM.

Segundo Lagerstedt e Nyman (1993), SDH e ATM representam uma convergência da tradicional função de comutação e de transmissão. Tradicionalmente, assume-se que sistemas de comutação contêm a inteligência da rede, enquanto os recursos de transmissão são condutores/canais passivos através dos quais o sinal comutado flui. Uma rede baseada em ATM pode ser construída usando SDH, PDH, ou ambos, como meio físico. Outra alternativa é usar o ATM como suporte.

e infra-estrutura. No item 3.3.3 sobre infra-estrutura, o sentido é mais restrito, excluindo os segmento de comutação, transmissão e rede.

⁷⁷ Em 1991 foi fundado o ATM Fórum que é um consórcio de empresas de informática e telecomunicações com o objetivo de garantir a interoperabilidade entre equipamentos privativos e da rede públicas de comunicações.

⁷⁸ As células são compostas de 53 bytes, sendo 5 destinados ao cabeçalho (*header*) e 48 destinados aos dados (*payload*). O cabeçalho inclui informações de controle que efetuam roteamento, multiplexação e demultiplexação das células através da rede. A estrutura do cabeçalho das células ATM é diferente, quando a comunicação é realizada entre equipamento terminal e a rede, de quando é realizada entre os nós da rede. Na transmissão ATM, os dados são fragmentados e transmitidos utilizando-se apenas o campo *payload*. Mensagens longas utilizam várias células enquanto que mensagens, menores que 48 bytes, têm o restante do campo *payload* preenchido com caracteres espúrios.



Fonte: adaptado de Macedo, Braga e Alves Júnior (1999, p.13).

Figura 3.3: Modelos OSI e ATM

A subcamada de meio físico⁷⁹ especifica as características mecânicas, elétricas e ópticas dos meios de transmissão adotados. Atualmente os meios físicos padronizados para as redes ATM são SONET/SDH, DS-3/E3, FDDI 100 Mbit/s e Fibra Óptica para 155 Mbit/s.

O crescente aumento de acessos aos serviços da Internet, ocorrido nos últimos anos, tem provocado o surgimento de novas aplicações e protocolos. Visto que economicamente não se pode pensar em novas redes sem ignorar a rede de telecomunicações existente, o IETF⁸⁰ (*Internet Engineering Task Force*) tem trabalhado na integração da tecnologia ATM como suporte de transmissão às redes TCP/IP.

Segundo Pan (1998) já é consenso entre a maioria das operadoras americanas (a exemplo da AT&T, Bell Atlantic, MCI, Pacific Bell e Sprint, e muitas outras) o emprego de redes com *backbone* ATM. Além disso, mais de 40% dos *backbones* Internet já são ATM, com previsão de que, nos próximos anos, todos serão baseados em ATM.

Em Pan (1998), as redes de acesso às telecomunicações públicas estão sofrendo rapidamente uma evolução para suportar novos serviços de banda larga. No setor residencial, os dias de limitação para o telefone e televisão faixa larga estão

⁷⁹ Para uma descrição detalhada de cada camada ATM consultar Soares (1995), Parte III – Redes ATM, p491-630.

⁸⁰ IETF é o órgão responsável pelo desenvolvimento da Internet.

chegando ao fim. Existem sinais de que serviços interativos de banda larga para casa estão tornando-se o maior crescimento da indústria. Isto está sendo acelerado pela liberação do negócio das telecomunicações que acirrou a competição entre companhias de telecomunicações e operadoras de *cable television* (CATV).

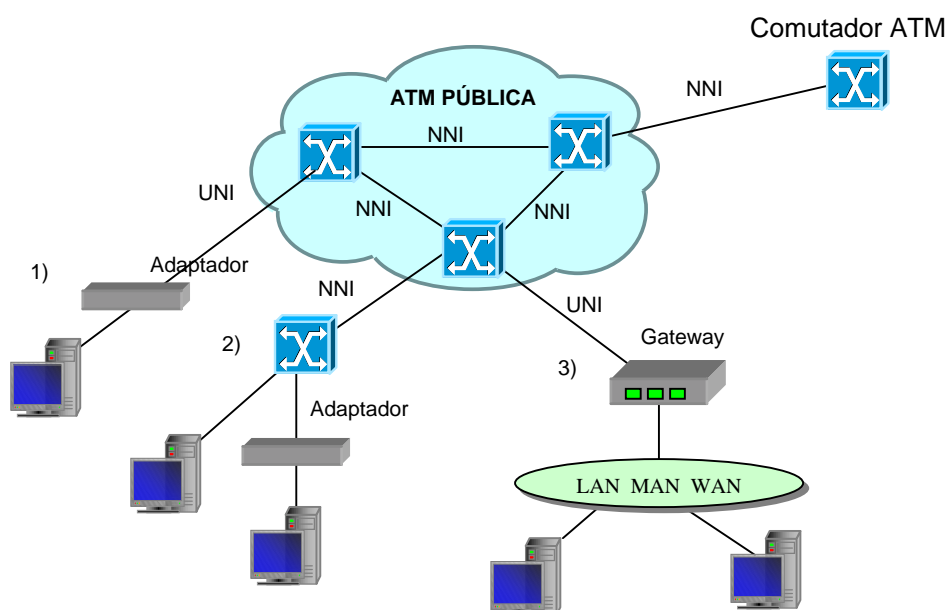
Conforme Pan (1998), operadoras de cabo estão investindo em sua infraestrutura de distribuição de HFC (*Hybrid fiber/coax*) para tomarem vantagem de novas oportunidades criadas pelos serviços baseados em *cable modem*. ATM tem sido identificada com a única tecnologia que trabalha com a infra-estrutura HFC existente e permite serviços de *cable modem* de alta velocidade, POTS, serviços avançados de telefonia, serviços de vídeo digital interativo, Internet, WWW e serviços de comunicação.

Segundo Pan (1998), as companhias de cabo dispõem de ATM ou soluções de *cable modem* baseadas em pacote e operadoras de telecomunicações locais estão preparando sua própria solução *to-the-home*, baseada em *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL) sobre par trançado. De acordo com recentes especificações, estes sistemas ADSL estão também utilizando ATM, com vantagens similares aquelas oferecidas pelas redes HFC baseadas em ATM.

3.3.2.3 Componentes e Interfaces da Rede ATM

Uma rede ATM, como exemplificada na Figura 3.4, é composta por um conjunto de comutadores (*switches*) ATM interconectados entre si ou ligados a interfaces. Estas interfaces são de dois tipos: NNI (*Network-Node Interface*) e UNI (*User Network Interface*). Os usuários podem acessar a rede ATM de três formas, conforme pode ser visto na Figura 3.4:

- 1) o usuário conecta-se a rede ATM diretamente através de uma placa adaptadora;
- 2) um conjunto de usuários conecta-se a rede ATM através de um comutador ATM; e
- 3) uma rede não ATM conecta-se a rede ATM através de um *gateway* que converte as células ATM no padrão da rede do usuário.



Fonte: adaptado de Soares, Lemos e Colcher (1995, p.536).

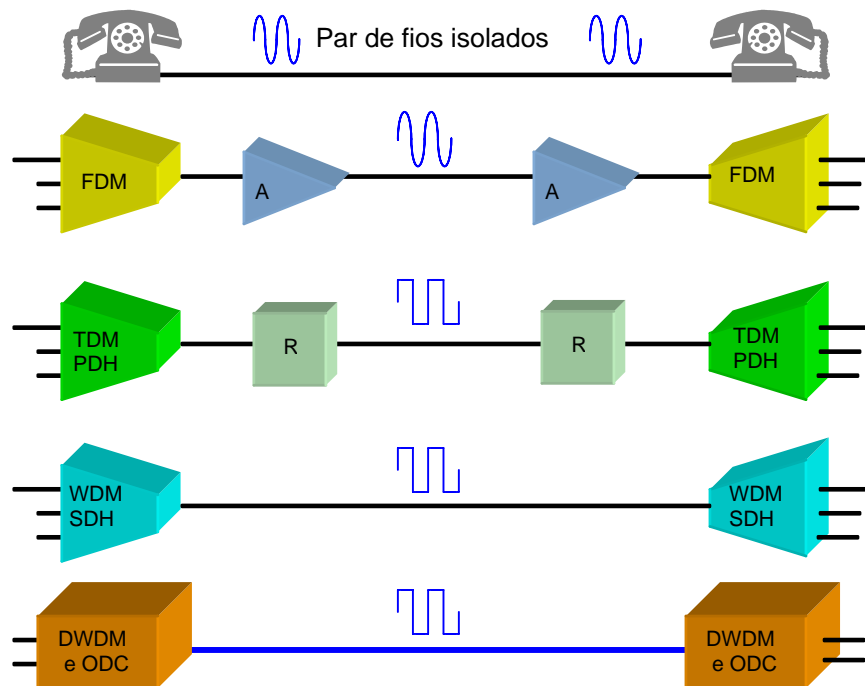
Figura 3.4: Configuração física de uma rede ATM.

Observa-se na Figura 3.4, que um usuário pode se conectar a redes locais ou à rede pública de forma direta.

3.3.2.4 Evolução do Segmento Transmissão

Em um sistema de telecomunicações, vários meios de transmissão são usados simultaneamente para o estabelecimento das chamadas entre as centrais. Apesar desta diversidade procura-se manter um padrão de transmissão que suporte a demanda de mercado e que esteja alinhado com a tecnologia do momento. Assim os equipamentos de transmissão são ciclicamente substituídos no intuito de manter as telecomunicações compatíveis com os níveis internacionais. Desta forma, o sistema de transmissão é composto de diferentes equipamentos das mais variadas tecnologias e distintos meios de transmissão, todos alinhados para estabelecer as comunicações.

Observa-se que com a evolução dos sistemas de transmissão aumenta a capacidade de transmissão entre origem e destino da informação. A Figura 3.5 mostra a evolução do segmento transmissão no desenvolvimento da telefonia, considerando algumas tecnologias envolvidas:



Fonte: adaptado de Pinheiro (2003).

LEGENDA:	A	Amplificador	R	Repetidor
	FDM	<i>Frequency Division Multiplex</i>	TDM	<i>Time Division Multiplex</i>
	PDH	<i>Plesiochronous Digital Hierarchy</i>	SDH	<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>
	WDM	<i>Wave-Lenght Division Multiplex</i>	ODC	<i>Optical Data Channel</i>
	DWDM	<i>Dense Wave-Lenght Division Multiplex</i>		

Figura 3.5: Evolução da Transmissão no Sistema Telefônico.

Observa-se que conforme os equipamentos vão evoluindo, maior se torna a capacidade de transmissão.

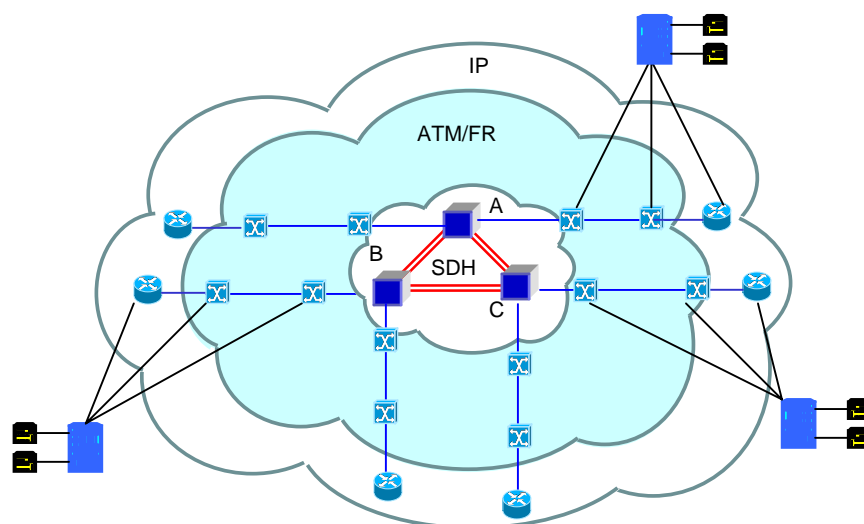
3.3.2.5 No Brasil

No Brasil, a partir de 1965, iniciou-se a utilização de sistemas de rádio de transmissão analógica na faixa de microondas como meio de transmissão para interligar centrais interurbanas. No final da década de 70, aparece a fibra óptica, segundo Suárez (1992) e os sistemas multiplex no Brasil, embora destinados primordialmente a transmitirem sinais de voz, também eram utilizados para enviar sinais de telégrafo, fac-símiles, dados, serviço móvel marítimo, circuitos alugados e transmissão de música de alta qualidade, conforme Pines e Barradas (1978).

Em meados da década de 80, com o lançamento dos satélites domésticos, surgiu mais uma opção para conectar redes interurbanas. Em 1986 iniciou-se o uso de rádio digital de 140 Mbit/s.

Atualmente, gigantescos *backbones* de fibra ótica utilizando tecnologia SDH dão vazão a maior parte do tráfego. *Links* de rádio ou satélite somente são usados em regiões remotas. Redes ATM/*Frame Relay* e IP se valem desta estrutura no nível da camada física para estabelecer conexões entre origem e destino.

A Figura 3.6 mostra o exemplo de uma rede de transmissão, que cobre três cidades (A, B e C), composta com a tecnologia hoje disponível no Brasil. A nuvem mais interna representa o meio físico composto por fibras ópticas e pelos equipamentos de transmissão de tecnologia SDH. Este conjunto forma o *backbone*, ou seja a espinha dorsal que dará suporte a toda transmissão.



Fonte: adaptado de Pinheiro (2003).

LEGENDA:



Figura 3.6: Exemplo de rede de transmissão.

Na nuvem intermediária estão os equipamentos *ATM/Frame Relay*, que irão empacotar as informações e disponibilizá-las para a transmissão. Por último, a parte mais externa, encontra-se a nuvem IP com os equipamentos que se comunicam através deste protocolo. Externo as nuvens encontram-se os mais variados equipamentos dos clientes que desejam se comunicar. Dependendo da saída do equipamento do cliente, ou do que ele contratar, o *link* poder ser estabelecido diretamente em qualquer uma das nuvens.

3.3.3 Infra-estrutura

O primeiro ponto a ser considerado na infra-estrutura é o terreno que abrigará os equipamentos de telecomunicações. O fator preponderante na definição da localização do terreno para a construção do prédio é a determinação da localização do centro de fios⁸¹, se o terreno for para abrigar uma central telefônica. O centro de fios é o ponto ideal para a localização de uma estação telefônica⁸². Na prática nem sempre é possível a construção da estação no centro de fios, isto porque pode coincidir com fatores naturais (morros, lagos, rios) ou de ordem arquitetônica (construções, praças, imóveis). Outro fator a ser considerado é a direção do crescimento urbano da localidade. A longo prazo, o centro de fios poderá se deslocar da posição original. Desta forma, a estação deve localizar-se o mais próximo possível do centro de fios em razão da economia que isto representa em função da rede telefônica. Procura-se não construir em terrenos próximos a vias de tráfego pesado ou trilhos de trem para evitar que vibrações afetem os equipamentos.

O segmento infra-estrutura em telecomunicações engloba: prédio, torre, sistemas de energia, sistemas de refrigeração, sistemas de alarme contra incêndio e sistemas de aterramento, conforme maior detalhamento.

- Prédio

Para o escopo deste item, os conceitos de prédio e estação se confundem, de modo que para ambos significa o imóvel que abriga equipamentos de telecomunicações.

Baseado no Sistema Bell, Pford (1979) classifica os edifícios para telecomunicações em dois tipos: os que abrigam as centrais telefônicas e os que contêm as estações de transmissão ou repetidoras.

Inicialmente, os edifícios que continham as centrais eram simplesmente locais onde se efetivavam interligações entre fios. No período em que as centrais eram manuais, estes edifícios passaram a abrigar as telefonistas que trabalhavam em turnos para atender os assinantes. Segundo Pford (1979), nos EUA, com a introdução das centrais automáticas, houve declínio na quantidade de telefonistas, fato que também ocorreu em 1970 com melhoramentos feitos nas centrais. Estes

⁸¹ Centro de fios é o local dentro da área de atuação de uma estação, onde a soma dos comprimentos de toda a rede de assinante seja mínima.

⁸² A estação telefônica possui uma área geográfica de abrangência chamada de área de estação que compreende as centrais que atuam na área mais a rede de cabos telefônicos que disponibiliza o atendimento.

fatos influenciaram na construção das estações. Na época, os equipamentos ficavam em um prédio e as telefonistas em outro. Isto porque os edifícios que abrigavam as centrais requeriam uma infra-estrutura mais cara. O mesmo autor estabelece três períodos na evolução dos edifícios de telecomunicações:

Antes de 1925, quando a construção das estações enfatizava o túnel de cabos, o cabeamento entre andares e a sala do equipamento de comutação. Como era necessário um grande contingente de telefonistas para operar continuamente o sistema, havia um espaço adicional, equivalente ao ocupado pela central, para abrigar as operadoras. Nas pequenas localidades a central telefônica ficava na casa da telefonista. Muitas estações eram de madeira para harmonizar com as áreas rurais ou suburbanas. Nas grandes cidades eram edifícios de vários andares.

De 1925 a 1965, quando as construções eram a prova do fogo, possuíam alto pé-direito e estrutura capaz de suportar o peso dos equipamentos.

Depois de 1965, quando ocorreu o surgimento das centrais EES e a miniaturização dos circuitos nos equipamentos, os espaços tiveram que ser redefinidos. Tipicamente as edificações reduziram de tamanho, ficando sem janelas tendo condições ambientais controladas e sistema de reserva de energia.

O planejamento de uma estação baseia-se numa quantidade inicial de terminais a serem instalados e evolui até uma quantidade final estimada. Em função destes parâmetros de comutação, é calculada toda a infra-estrutura necessária para a operação da central. São previstos os tamanhos das salas de comutação, DG, sala de transmissão, túnel de cabo, sistema de refrigeração, potência do gerador para acompanhar o progressivo crescimento da central dentre outros detalhes.

- Torre

As torres têm a função de sustentar as antenas que podem ser dos tipos: autoportante, estaiada ou de concreto armado. Segundo Góes (1999), o setor de infra-estrutura torres vem sofrendo fortes influências provenientes da evolução das telecomunicações, notadamente devido a tecnologias WLL, PCS, *trunking* e TV por assinatura. Outros fatores que também têm influenciado são: a concorrência entre os fabricantes e a entrada das companhias elétricas disponibilizando sua infra-estrutura de redes. Observa-se que a tecnologia das torres tem evoluído. Atualmente encontram-se torres com estruturas metálicas triangulares mais leves, com menor índice de deformações e menor impacto ambiental.

- Sistema de energia elétrica

O sistema de energia pode ser dividido em sistema de corrente alternada (CA) e sistema de corrente contínua (CC). O sistema de corrente alternada tem a finalidade principal de suprir o consumo de energia dos equipamentos que a necessitam. Numa estação o sistema de CA é composto basicamente de: entrada comercial, supervisão do sistema CA, geração própria de CA e distribuição de CA. A existência de grupo motor gerador, que gera a própria energia, tem a finalidade de entrar em operação quando ocorre interrupção no fornecimento de energia pela concessionária. O sistema de corrente contínua alimenta os equipamentos de transmissão e comutação, inclusive o aparelho telefônico na casa do assinante. É composto basicamente dos itens: unidade retificadora, baterias, reguladores de faixa de tensão, unidade de supervisão e de distribuição CC.

- Sistema de refrigeração

O sistema de refrigeração ou sistema de ar condicionado tem a finalidade de controlar a temperatura, a umidade relativa, pureza e movimentação do ar mantendo o ambiente dentro das condições exigidas pelo fabricante dos equipamentos. Com a inclusão de componentes eletrônicos nas centrais telefônicas, surgiu a preocupação de dispersar o calor gerado, mantendo o ambiente nas condições sugeridas pelos fabricantes. Segundo Almquist (1986), a densidade térmica tem aumentado de 100 para 500 W/m^2 , com a introdução de sistemas telefônicos eletrônicos. O resfriamento passou a ser um pré-requisito de segurança para o bom funcionamento dos sistemas. Albertsson (1986), alertava para a necessidade de resfriamento sem interrupção para os equipamentos de telecomunicações e descreve os sistemas de refrigeração ativos (equipado com bombas que se encarregam da circulação no sistema) e passivos (que aplica a convecção natural para transporte de calor). Métodos e cálculos de sistemas para resfriamento passivo foram apresentados por Alexandersson and Junborg (1986).

Kolte y Zirath (1989), comparam as características de diferentes sistemas de refrigeração: os sistemas de esfriamento com piso falso, acondicionamento de ar por um sistema de canais e esfriamento por convecção natural.

- Sistema de alarme

O sistema de alarme contra incêndio tem a finalidade de detectar o incêndio e disparar os alarmes sonoros, visuais ou remotos. O sistema em geral é composto de sensores automáticos e manuais, quadro de comando, retificador e bateria e quadro

principal de alarme.

- Sistema de aterramento

O sistema de aterramento e pára-raios tem a finalidade de proteger os equipamentos das descargas atmosféricas que possam danificá-los.

Segundo Traina (1997), a eletrônica dos equipamentos provocou um salto tecnológico nos sistemas de comutação e transmissão - salas onde se tinham 5.000 terminais em sistema crossbar, passaram a ter 20.000 para centrais CPA - causando discrepância com a rede de cabos – o DG permaneceu constante. Enquanto a ampliação de 8.000 terminais em centrais analógicas levava de 10 a 12 meses, em CPA ficava reduzida a metade. O pé-direito das salas de equipamento podia ser reduzido barateando o custo da construção. O custo por terminal da central de comutação caiu cinco vezes.

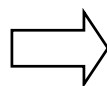
Mais recentemente, as ampliações da comutação estão limitadas a instalação de placas de assinantes na central, respeitando o limite físico da mesma, o que torna a ampliação da central um item de estoque.

3.3.3.1 *Evolução do Segmento Infra-estrutura*

A Figura 3.7 mostra a evolução que sofreu a infra-estrutura no sentido de economizar espaço.



a) Prédio construído para abrigar uma central telefônica (EWSD com capacidade de 10.000 terminais)



b) AD Digital 400 terminais

Figura 3.7: Evolução da Infra-estrutura no Sistema Telefônico.

A foto a) mostra uma estação (edificação) para abrigar uma central telefônica. A foto b) mostra uma central digital (armário digital). Observa-se que o espaço necessário para a sua instalação é bastante reduzido.

3.3.4 Rede

Para o escopo deste trabalho, o segmento Rede⁸³ abrange todos os cabos, equipamentos, dispositivos, acessórios e toda infra-estrutura que inicia, segundo Oliveira Neto (1992), nos blocos verticais do distribuidor geral (DG)⁸⁴ da estação telefônica e termina no aparelho telefônico do usuário. Este circuito composto pela central (como fonte geradora de energia), pelos cabos (condutores de luz ou eletricidade) e pelo equipamento terminal (um telefone como carga, por exemplo) é identificado como *loop* ou enlace de assinante.

Historicamente, as redes foram desenvolvidas para atender o sistema telefônico que aos poucos era implantado nas cidades. Desta forma, as melhorias e aperfeiçoamentos que ela sofreu e sofre, visam melhorar a qualidade do serviço. Com o tempo toda esta malha passou a ser usada para a prestação de outros serviços que não voz e a rede começou a apresentar suas limitações técnicas.

Para Traina (1997), a forte pressão dos usuários por serviços que não voz sobre a rede telefônica e a possibilidade de soluções técnicas para tanto, promoveram uma virada nos conceitos de telecomunicações de modo que a rede de assinantes ou rede externa passou a denominar-se rede de acesso. Nas extremidades da rede não é apenas conectado o tradicional telefone, mas encontram-se equipamentos de voz, dados e imagem. Para Maia (1997), a rede de acesso é o segmento mais complexo da rede, além de requerer mais investimentos e de ter a manutenção mais onerosa.

As primeiras redes telefônicas eram constituídas por fios nus e aéreos, convenientemente espaçados e fixados em cruzetas nos postes. Posteriormente, os pares de condutores passaram a ser agrupados formando os cabos multipares.

⁸³ Conforme a rede foi evoluindo e digitalizando-se, novas configurações apareceram e com elas novos conceitos e definições. É comum encontrar na literatura as figuras de: redes de acesso, rede de assinante, rede de distribuição de acesso. Veja-se a definição de rede de acesso encontrado na Prática Telebrás 210-120-102 de 1993: “conjunto de cabos, equipamentos (remotos, de assinante e terminação de assinantes na central), dispositivos, acessórios e respectiva infra-estrutura necessária para o provimento de serviços de telecomunicações (voz, dados, vídeo, etc.) aos assinantes de uma mesma área de estação.”

⁸⁴ DG é o local no prédio da estação onde encontram-se as ferragens com os blocos terminais dispostos na horizontal, para os cabos que vem do equipamento de comutação, e blocos na vertical para os cabos que vão para o túnel de cabos e em seguida para o exterior do prédio. No DG é possível conectar qualquer número da central com qualquer par do cabo da rede externa, através de ligações que interconectam pares do bloco horizontal com pares do bloco vertical. O DG é um ponto concentrador de pares da rede, isto facilita as funções de proteções elétricas, flexibilidade da rede e bloqueio de assinantes. O túnel de cabos é um local que fica abaixo do nível da rua, visto que, em geral a saída destes cabos é subterrânea. No túnel de cabos são feitas as transições entre os cabos internos e os cabos que efetivamente vão para o fora da estação telefônica.

Antes dos anos 50 estes cabos eram em geral formados por fios de cobre isolados com papel, envoltos em uma capa de chumbo. Após a segunda guerra, surgiram alguns produtos plásticos, notadamente o polipropileno, cujas propriedades de isolamento superavam as do papel, segundo Lafuente (1992). O isolamento de papel foi substituído pelo plástico, as capas de chumbo pelas capas APL, segundo Traina (1997) e as luvas de chumbo para emendas foram substituídas por mantas termocontráteis. Todas estas alterações vieram conferir uma melhor qualidade aos cabos telefônicos. Avanços posteriores levaram a preencher o cabo com geléia de petróleo, para evitar que a umidade entrasse pela capa, alterando as características elétricas do cabo e degradando a qualidade do sinal telefônico. Eram os cabos *foam-skin*. Eles dispensavam os sistemas de pressurização⁸⁵ utilizados para deixar o interior dos cabos sem umidade.

Atualmente há uma gama bastante diversificada de cabos telefônicos, variando, por exemplo, quanto à capacidade de pares, à bitola dos fios condutores e a constituição do isolamento e da capa externa, de modo que existe um tipo de cabo para cada necessidade em telecomunicações.

Independente do tipo de cabo, a filosofia de implantação de uma rede telefônica pode conferir-lhe características de flexibilidade ou rigidez, quando relacionada à facilidade de atendimento ao assinante. Uma rede com cabos (em geral de grande capacidade) saindo da central e tendo seus pares distribuídos aos assinantes à medida que se afasta da estação, caracteriza uma rede rígida. Esta configuração é adequada para atendimento próximo a estação ou em áreas com uma estabilidade muito grande no mercado. Para aquelas áreas que apresentam um fluxo de usuários ou onde se verificam crescimentos populacionais significativos, a rede rígida não é uma solução econômica e as redes flexíveis mostram-se como uma opção mais atraente. Neste caso, os cabos que saem da central têm menor capacidade do que aqueles que seriam usados em uma rede rígida equivalente que atendessem a mesma área. Somente este fato já confere uma economia na implantação. Estes cabos saem da central e chegam a locais onde é possível flexibilizar a rede. Deste ponto em diante, outros cabos de menor capacidades vão formar a rede aérea que atenderá aos assinantes. Este tipo de construção ou

⁸⁵ A pressurização consiste em injetar ar seco, sob pressão, dentro dos cabos telefônicos para mantê-los seco. O ar sob pressão evita que a umidade penetre através da capa e altere as características elétricas dos condutores.

implantação de rede segue o modelo europeu. Um terceiro modelo de implementação de rede, conhecido como método americano, consiste em que todos os pares da rede estão no DG e a flexibilidade da rede está em deixar o mesmo par telefônico do cabo disponível em mais de um ponto da rede, informa Ferrari (1991). Este modelo também é conhecido como rede paralela. A desvantagem é que uma grande quantidade de pares fica vaga na rede e não pode ser usada nem transferida para outro cabo. O que ocorre na prática é o uso simultâneo destes três modelos. A maior parte da rede é construída de forma flexível e em casos especiais adotam-se redes rígidas e/ou paralelas.

Por questões técnicas como atenuação do sinal e limite de enlace, os cabos telefônicos metálicos que atendem aos assinantes não podem ter um comprimento muito grande. Para uma distância de 10km, como cita Ferreira Júnior e Campos (1996), é necessária a utilização de equipamentos que regenerem o sinal de voz e amplifiquem os tons de sinalização⁸⁶. Em geral, por motivos econômicos, procura-se atender aos assinantes a uma distância máxima entre 4 a 5 km da central local. Dentro destes limites não há a necessidade de qualquer equipamento e cabos com condutores de bitola 0,40mm atendem sem problemas.

Como, a princípio, não se sabe onde estão os futuros clientes, esta rede deverá dispor de mais pares do que a quantidade efetiva de compradores de telefone. Além disto, a rede, quando em operação, deverá dispor de pares vagos (pares bons e não ocupados) para atender usuários que mudam de endereço e/ou para substituir pares com defeito. A ocupação da rede é um ponto importante dentro da gerência dos sistemas de telecomunicações. Como ela é dinâmica, diariamente entram e saem assinantes, a medição deste parâmetro deve ser sistemática e constante. Ampliações ou alívios na rede têm a função de disponibilizar pares para atendimento a novos usuários. Do ponto de vista puramente econômico, a rede não deveria ter pares vagos, visto que estes representam um investimento sem retorno, em curto prazo. Pelo lado da operação/manutenção deveria haver pares vagos, em função do atendimento a novos assinantes e reserva para eventuais problemas técnicos e do ponto de vista institucional seriam necessários pares disponíveis para atender metas da Anatel, quanto a prazos de atendimento ao cliente⁸⁷. Achar este

⁸⁶ São usados: Extensores de Enlace, potes de Pupinização, Repetidores de Frequência de Voz e cabos com condutores de bitolas maiores que 0,40mm.

⁸⁷ O decreto n.2.592 de 15 de maio de 1998 em seu Capítulo II – das metas de Terminais de Acessos

ponto de equilíbrio é a arte da engenharia de redes. A avaliação da ocupação da rede pode ser feita através do estudo da ocupação dos Armários de Distribuição (AD), Caixas de Distribuição (CD) e dos Cabos Primários (CP) e Secundários (CS). Esta avaliação pode ser feita a nível macro (por estação) e consolidada por localidade, ou pode ser feita no nível micro (por área de CD). Cabe ressaltar que nem sempre os resultados a nível macro aplicam-se diretamente nas menores áreas analisadas e vice-versa. Uma quantidade de pares vagos numa área de estação, não significa que todas as caixas terminais daquela estação contêm pares vagos, algumas poderão estar totalmente ocupadas. O projetista de rede deve ser criterioso ao analisar os dados informados e sobre eles aplicar toda sua experiência e conhecimento em relação à área em estudo.

Geralmente a rede telefônica externa é segmentada em três partes:

- o primeiro segmento inicia-se no DG e termina no AD. Este segmento é identificado como rede alimentadora ou **rede primária**. Em geral, compõe-se de cabos de alta capacidade, com 600 a 3600 pares que são canalizados em dutos formando a rede subterrânea;
- o segundo segmento inicia-se no AD e termina nas CD. É identificado como rede de distribuição ou **rede secundária**. Em geral compõe-se de cabos de baixa capacidade 10 pares a 300 pares; e
- o terceiro e último segmento inicia-se na CD e termina no conector ao qual vai ser ligado o telefone. É identificado como segmento *drop* ou **última milha**.

Segundo Oliveira Neto (1992) o DG é o primeiro ponto de flexibilização da rede e encontra-se dentro da estação. Os ADs são o segundo ponto de flexibilização da rede. Eles encontram-se fora da estação e normalmente estão instalados em ambientes externos, sujeitos as intempéries, nas calçadas ou em postes. Têm a função de unir a rede primária com a rede secundária. Os ADs recebem os pares dos cabos primários da rede alimentadora em blocos terminais e da mesma forma recebem pares da rede secundária que são conectados também a blocos. A ligação entre blocos da rede primária e blocos da rede secundária é feita através de fios *jumper*. Isto permite que qualquer par do cabo primário que chegue ao AD possa

Individuais (TAI), estabelece que as concessionárias de serviço telefônico fixo comutado deverão atender às solicitações de acesso individual, nas localidades com STFC num o prazo de três semanas, a partir de dezembro de 2002, em duas semanas a partir de 31 de dezembro de 2003 e em uma semana a partir de 31 de dezembro de 2004.

conectar-se com qualquer par da rede secundária que está ligada ao mesmo AD. As CDs são o terceiro ponto de flexibilização da rede. Nelas chegam os pares do cabo secundário. A eles são diretamente ligados aos fios *drops* que vão até o endereço de instalação do usuário. Procura-se deixar uma reserva de pares secundários na CD. De uma maneira geral posicionam-se as CDs o mais próximo possível dos assinantes para que o fio *drop* não seja muito longo.

Quando é executado o projeto de uma rede telefônica, a menor área de estudo é a de Caixa de Distribuição. O projetista procura delineá-la de modo que a demanda por telefones nela contida seja suprida pela capacidade de pares nela disponibilizada, para um período de tempo dentro de um horizonte de planejamento. É uma ação espaço-temporal. Definidas as CD, o projetista verifica a melhor forma de atendimento destas caixas, seja através do lançamento de novos cabos, da redistribuição dos pares nos cabos existentes ou mesmo mantendo o atendimento inalterado. Ele procura traçar o caminho mais econômico para atendimento dos assinantes e desta forma vai projetando/construindo a rede secundária ou rede aérea.

Todas as áreas de CD de todos os cabos que saem de um AD vão compor uma seção de serviço (SS) ou área de armário. Em termos de planejamento, a SS é a menor área de trabalho e a ela estão associadas às capacidades dos cabos primários que saem das estações. O estudo da demanda por linhas telefônicas vai definir qual tipo de ação (ampliação, corte, substituição de cabos) será tomada sobre a rede primária em função das áreas de AD e sua capacidade de atendimento.

De forma análoga, todas as áreas de AD de todos os cabos alimentadores que saem de uma estação, vão compor a área de abrangência daquela estação. A área de estação tem importância para o estudo mercadológico dos serviços que a estação pode oferecer e vai determinar que ação será tomada em relação aos assinantes por ela atendidos. Cabe a área de marketing identificar e segmentar os clientes dentro de cada área de estação e posicioná-los geograficamente para que se possam realizar estudos correlacionando mercado, redes de acesso e serviços de telecomunicações.

As várias CD ficam instaladas ao longo dos cabos secundários e são devidamente identificadas assim como todos os cabos, os AD's e a própria estação, com a finalidade de facilitar a operação e manutenção da rede.

No passado, à medida que estes armários iam consolidando-se e o número

de usuários ligados a eles aumentava, havia uma grande possibilidade deles tornarem-se centros de fios e virem a ser substituídos por Estágios Remotos, Estágios de Remotos de Linha, centrais transportáveis ou mesmo centrais telefônicas prediais. Nesta situação, o cabo primário que atendia o armário podia tornar-se um cabo tronco interligando duas centrais (atualmente a interligação entre centrais é feita com cabos ópticos). Alterações desta natureza devem ser precedidas por estudos de viabilidade técnico-econômicos.

Ferreira Júnior e Campos (1996) apontam como vantagens da redução do comprimento da rede externa, colocando o assinante mais próximo da central: melhoria na qualidade técnica de atendimento ao cliente, redução dos custos, facilidade de manutenção das redes e melhor aproveitamento dos investimentos realizados. Estudos técnico-econômicos, de meados dos anos 80, comparando a expansão das centrais analógicas e a expansão das redes com a ativação de centrais digitais e a descentralização dos centros de fios com conseqüente expansão de entroncamentos, apontavam como solução mais econômica a implantação de centrais digitais (central mãe), tipo CPA-T, com estágio de linha remoto.

3.3.4.1 *Fibra Óptica*

Com o objetivo de viabilizar a oferta de novos serviços, tanto de telefonia, como serviços que requeiram maior largura de banda, empresas operadoras iniciaram gradualmente a transição da rede metálica para uma rede óptica, segundo Galvani e Joana (1997). A implantação de tecnologia óptica, que incluía não somente cabos de fibra óptica, mas também equipamentos de transmissão ligar central-central ou central-assinante, era vista como a melhor forma para atualizar a rede e prepará-la para o futuro das telecomunicações, segundo Cameron (1992).

Em 1977, deu-se a implantação do primeiro cabo óptico na rede telefônica do Correio Federal Alemão, segundo Köstler (1983). Nos anos seguintes, ocorreram implantações na Pensilvânia e Arizona, nos EUA, segundo Bark and Szentezi (1983). No Brasil, em 1973, iniciaram as pesquisas com fibras ópticas. Sete anos mais tarde ocorreu a primeira instalação da fibra na rede de telecomunicações. Em 1984 houve o início da produção comercial da fibra multimodo e, em 1988, da fibra

monomodo pela empresa ABC XTAL. A partir deste mesmo ano, o Sistema Telebrás não mais adquiriu cabos metálicos para suprir os novos entroncamentos entre centrais, segundo Arcoverde e Suslick (1992).

Para Azevedo e Setubal Filho (1992), a estratégia mundial de transição para a rede óptica de assinantes depende diretamente dos custos de implantação desta rede frente aos de implantação da rede metálica, para expansão do serviço de telefonia convencional, considerando ainda o mercado para novos serviços, como vídeo conferência, dados em alta velocidade, TV interativa e correio eletrônico.

Para Traina (1997), a Rede Óptica Primária (ROP) trouxe duas alternativas para o atendimento ao cliente: uma como solução de comutação e outra como solução de rede. Na solução de comutação, parte da central é levada para a rede secundária, através de estágios de linha de assinante ou Estágio de Linha Integrado (ELI)⁸⁸. A segunda solução leva parte do DG até a rede secundária através de Armários Ópticos⁸⁹. Em qualquer das duas opções o uso do cabo metálico limita o alcance dos equipamentos. As diferenças entre as duas soluções deverão ser consideradas por ocasião do planejamento da rede.

Uma rede totalmente óptica implica em levar a fibra até “dentro da casa do assinante”, o que no jargão técnico ficou conhecido como FTTH (*Fiber To The Home*). Na opinião de Dall’Antonia (1992a), a passagem de uma rede metálica para uma rede totalmente óptica, deve ser intercalada por uma rede de transição que vai sendo construída progressivamente através da adoção de conceitos de sobreposição de rede, atendimento a grandes clientes, rotas estratégicas, congelamento da expansão da rede metálica e um planejamento integrado de uma rede de acesso. O mesmo autor propôs, na época, a introdução da fibra na rede telefônica através de três maneiras: pela modernização da rede primária, pelo atendimento dos clientes não residenciais e através do atendimento dos clientes residenciais.

⁸⁸ ELI é dito integrado porque junto a comutação estão os sistemas de transmissão, energia e os blocos de rede. A ligação entre a central e o ELI é feita através de cabo metálico ou fibra óptica com tecnologia HDSL. Em meados dos anos 90, surgiram as centrais de comutação integradas à transmissão, infra-estrutura e rede externa, com capacidade de 160 terminais. Segundo Ferreira Júnior e Campos (1996), o uso das ELIs tornou o sistema telefônico mais confiável com conseqüente redução do custo de manutenção, porque são centrais que realizam supervisão dos equipamentos de transmissão e de comutação com entroncamento de fibra óptica. As ELIs reduziram ainda mais o comprimento do segmento cobre entre o aparelho telefônico e a central.

⁸⁹ Os Armários Ópticos são compostos de duas partes: uma unidade que fica na central (UC – Unidade Central), e outra que é instalada próxima ao usuário (UR – Unidade Remota). A interligação entre UC e UR é feita através de cabo metálico ou fibra óptica adotando a tecnologia HDSL.

- Modernização Da Rede Primária

A modernização da rede primária adotando cabos ópticos na rede alimentadora com comprimento igual ou superior a 3 km, formando uma ROP⁹⁰. A ROP é uma alternativa para construção de rede de acesso com fibra óptica no trecho que vai da central ao Estágio Remoto (ER)⁹¹ e par trançado deste ao assinante. Segundo Prática Telebrás 210-120-002 (1998), a opticalização da rede alimentadora ou primária pretende um melhor aproveitamento da infra-estrutura existente, juntamente com uma redução dos custos de implantação, um congelamento da rede metálica de alimentação visando o atendimento de novos serviços e tendo como fator determinante à viabilidade técnico-econômica e financeira. A Prática Telebrás 210-120-103 (1996) propôs três configurações para a implantação de uma ROP:

- Seção de Serviço com acesso óptico (SSAO);
- Área de Serviço Remoto Óptico com SS Atendida por Cabo Alimentador de Pares Metálicos (ASRO-P); e
- Área de Serviço Remoto Óptico com SS Atendido por Unidades Remotas⁹² (ASRO-UR).

A implantação de uma ROP deve ser feita de forma transparente para o usuário e em função dos custos envolvidos, deve ocorrer de maneira progressiva, o que implica na convivência das redes primárias ópticas e metálicas por um longo período. A implantação de uma ROP tem possibilitado o uso de diversas topologias⁹³ de rede e pode ser motivada pela:

⁹⁰ A partir de 1988 o Sistema Telebrás não mais adquiria cabos metálicos para os novos entroncamentos entre centrais.

⁹¹ Pela Prática Telebrás 210-120-102 (1993), nesta configuração os ER são equipamentos que possuem uma infra-estrutura integrada, podendo ser Multiplexadores de Assinante ou Conversores de Assinantes. Os primeiros requerem uma Unidade Central instalada na estação predial. A Unidade Remota é sempre conectada a uma ER, podendo conter equipamentos que realizem a função de conversão eletro-óptica de multiplexação e/ou concentração de linhas de assinantes. Os ER podem ser ativos ou passivos. Os ativos requerem alimentação de energia elétrica para efetuar suas funções (conversão eletro-óptica, multiplexação, comutação local) e os passivos não necessitam de alimentação de energia visto que contêm somente dispositivos ópticos (acopladores e filtros).

⁹² Unidade Remota aparecem na configuração ASRO-UR sempre conectada a um ER, podendo conter equipamentos de conversão eletro-óptica, de multiplexação e/ou concentração. A Prática Telebrás 210-120-103 (1996) recomenda a localização próxima ao AD.

⁹³ Topologias:

Dupla estrela ativa: nesta topologia o ER é ativo (Equipamentos que podem realizar a conversão O/E, multiplexação de sinais, concentração de linhas e comutação local, sendo necessária a utilização de energia elétrica para alimentar o ER).

Dupla estrela passiva: nesta topologia os ER são compostos por componentes passivos, que distribuem o sinal óptico através de fibras dedicadas que vão do ER ao cliente. Não necessitam de energia elétrica para operação.

- construção de uma rede primária totalmente nova;
- expansão de uma rede existente, na qual os cabos instalados permanecem inalterados; ou
- substituição total de uma rede.

A substituição de uma rede primária pode ter várias causas, dentre elas o término de sua vida útil, o elevado custo de manutenção e operação, a ausência de canalização disponível na rede subterrânea, ou ainda a incapacidade da rede de suportar serviços que necessitem maior largura de banda.

Outra opção para adoção de Rede de Acesso de Faixa Larga, além das ROPs, é o uso das redes HFCs⁹⁴ (*Hybrid Fiber Coax*). Segundo Azarite, Curado e Romano (1997), esta tecnologia inicialmente foi usada pela empresa CATV (*Community Antenna Television* – TV a cabo) em 1989, nos Estados Unidos. Esta rede usa fibra óptica para distribuir o sinal de forma analógica, do CDI (Centro de Distribuição e Inserção) até o ponto de conversão opto-elétrica próximo ao usuário final, e usa cabo coaxial deste ponto até o assinante.

Na configuração HFC, a fibra sai da central e chega a um Estágio Remoto ER, daí seguindo através de cabo coaxial até um terminal de assinante (TA); do TA até o assinante pode ser par metálico ou continuação do cabo coaxial. As redes HFC suportam os serviços de distribuição e os interativos.

Segundo Martinelli e Carneiro (1996), a rede HFC tem uma configuração lógica em dupla estrela na parte óptica, de entroncamento e de acesso, e barramento na parte do cabo coaxial.

Anel/Estrela: é uma topologia que possui elevada flexibilidade, segurança e privacidade. A configuração usa uma CT e ER ativos interligados em anel bidirecional com os assinantes ligados aos ER através de linhas dedicadas.

Estrela simples: nesta topologia cada grande cliente é ligado a CT por uma fibra dedicada. É empregada quando se tem poucos clientes que estão próximos a central, porém não se encontram concentrados. Ela requer um alto consumo de fibra, no entanto oferece alta flexibilidade e privacidade, uma vez que o sinal trafega em linhas dedicadas.

Barramento/Estrela: nesta topologia o cabo alimentador atua como barramento e sobre ele são ligados os vários acopladores ópticos conectados aos assinantes.

⁹⁴ HFC - Na configuração típica de uma rede HFC, todos os Centros Prestadores de Serviço (CPS) devem estar interligados ao Centro de Multisserviços (CMS) que é o local da concessionária onde se centralizam os sinais de vários serviços de telecomunicações. Esta interligação é feita, em geral, por fibras ópticas. A partir do CMS os sinais são transmitidos ao CDI (Centros de Distribuição e Inserção - locais das concessionárias onde é executada, pelo menos, uma das funções: recebimento, tratamento e distribuição de sinais). Dos CDI, o sinal segue para os conversores opto-elétricos ou para os ER/UR ainda através de fibras ópticas. Dependendo do serviço oferecido e de seu grau de utilização pelos assinantes, a rede pode suportar em torno de 2000 assinantes. Esta configuração é considerada do tipo barramento, visto que, todos os sinais estão presentes no cabo. O canal upstream pode ser usado para telefonia, porém preocupação com confiabilidade, ruídos, segurança e concentração em cabos coaxiais, tem levado, a maioria das empresas operadoras norte americanas, a atrasarem a introdução do serviço telefônico sobre sua rede HFC.

Para Krimmel et al (2001) o mercado das redes híbridas tem crescido devido aos serviços de comunicação (acesso a Internet e VoIP). As redes HFC e HFR (*Hybrid Fiber Radio*) podem aproveitar suas características de banda larga para combinar novos serviços com os serviços de difusão de TV em um meio compartilhado.

- Atendimento Dos Assinantes Não Residenciais

Está incluso neste item o atendimento dos assinantes não residenciais que utilizam uma taxa de transmissão igual ou superior a 2 Mbit/s. Nesta configuração procura-se atender, através da implantação de rotas estratégicas, grandes clientes ou concentração de clientes que utilizem um edifício inteiro para negócios, conforme Prática Telebrás 210-120-120 (1993). Estas rotas fornecerão ao cliente maior flexibilidade de serviços (telefonia básica, RDSI-FE, faixa larga), alta confiabilidade e alto desempenho. Segundo Prática Telebrás 235-001-607 (1994), esta configuração, também identificada como FTTO (*Fiber To The Office*) pode ser sub classificada em:

- FTTB (*Fiber To The Building*), quando a fibra chega ao edifício onde estão os grandes clientes. Normalmente usa-se um ER ou uma unidade de assinante⁹⁵ com função de realizar a conversão opto-elétrica de alta velocidade. Assim qualquer serviço disponível na unidade de assinante estará disponível para todos os grandes clientes que estão no edifício;
- FTTB (*Fiber To The Business*), quando a fibra chega a alguns grandes clientes de um edifício, ou seja, haverá andares que continuarão com atendidos pela rede convencional. Em geral usa-se uma unidade de assinante de menor porte para atender os andares necessários; e
- FTTR (*Fiber To The Riser*), trata-se de um caso específico dos FTTB, quando uma rede interna óptica interliga um ER com as unidades de assinantes dos andares que devem ser atendidos.

De maneira geral, o atendimento aos grandes clientes se dará com o ER instalado nas dependências do mesmo, com isto a parte estrela das topologias fica sendo implementada pela rede interna das instalações.

- Atendimento Aos Assinantes Residenciais

O atendimento aos assinantes residenciais é realizado através da gradual

⁹⁵ Unidade de Assinante é o conjunto de equipamentos óptico-eletrônicos, instalados nas dependências do assinante, com a finalidade de prover o acesso digital ao Grande Cliente pertencente à rota estratégica, de acordo com a Prática Telebrás 235-001-607 (1994).

substituição dos pares metálicos, tanto primário quanto secundário, por fibra óptica. Nesta etapa são sugeridas as configurações:

- FTTZ (*Fiber To The Zone*), onde o sinal óptico é levado da central até uma área de concentração de usuários, que são constituídos por uma ou mais seções de serviço convencionais;
- FTTC (*Fiber To The Curb*), que é constituída por unidades remotas que atenderão poucos usuários a distância típica de dezenas de metros; e
- FTTH (*Fiber To The Home*), na qual a fibra sai da central e chega até a casa do assinante onde é feita a conversão opto-elétrica e vice-versa.

Segundo Azarite, Curado e Romano (1997), falta uma padronização de conceitos e de características básicas para definir uma FTTC⁹⁶, o que tem levado a aplicação do termo em situações onde a fibra simplesmente chega próximo ao usuário. Esta ausência de padronização também tem permitido o uso de modems ADSL e VDSL no segmento metálico de uma rede FTTC.

Do ponto de vista dos meios envolvidos, a configuração FTTC também é uma rede híbrida, segundo Fonseca, Curado e Conceição Júnior (1996), porque a rede primária está baseada em FO e a linha de assinante em cabos coaxiais ou pares metálicos.

Segundo Dall'Antonia (1992a), e posteriormente recomendado pela Prática Telebrás 210-120-102 (1993), as topologias mais adequadas para o Sistema Telebrás para atender a arquitetura física de uma rede óptica de assinantes, são: dupla estrela passiva, dupla estrela ativa e anel/estrela.

Vale ressaltar que a expansão das redes ópticas está condicionada ao sistema de comutação e às rotas de transmissão, e que, segundo Arcoverde e Suslick (1992), não pode haver crescimento na implantação dos cabos ópticos no segmento transmissão se não houver equipamentos digitais de comutação.

Dall'Antonia (1992a) previa o estabelecimento de uma rede de transição entre o par metálico e a fibra óptica, com os seguintes passos:

- sobreposição de redes;

⁹⁶ Azarite, Curado e Romano (1997) apresentam uma configuração de FTTC, na qual a fibra inicia na central telefônica e termina em um nó que atende de 8 a 50 residências. Este nó *Optical Network Unit* (ONU) faz a conversão opto-elétrica e vice-versa para os usuários que estão dentro de um raio de 300 metros. Da *Optical Network Unit*, em geral instalada na calçada, até os usuários o sinal é transmitido por cabo coaxial ou metálico, podendo em alguns casos, este último ser substituído pelo sistema de rádio acesso celular. Entre a estação telefônica (ET) e a *Optical Network Unit* poderão ser instalados ER. A Prática Telebrás 210-120-102 (1993) não cita o coaxial.

- atendimento a grandes clientes;
- congelamento da expansão dos cabos metálicos; e
- planejamento integrado da rede de acesso.

O objetivo final desta seqüência seria uma rede digital integrada ponto a ponto sem restrição de largura de banda, para suportar qualquer tipo de serviço.

3.3.4.2 Digitalização da Rede Metálica

Para Kariya, Vilhena e Einecke (1996), a arquitetura FTTH seria o objetivo final, visto ser uma rede óptica transparente e integrada com relação aos serviços que ele suporta. Porém, ocorre que a implementação de uma rede totalmente óptica tem encontrado dificuldades tecnológicas e econômicas para o atendimento de instalações residenciais isoladas. Este fato aliado à crescente demanda por novos serviços e ao cenário de intensa competitividade, tem estimulado as operadoras de telecomunicações a procurarem novas estratégias para manutenção e ampliação da base de clientes. Com esta preocupação a Bellcore (laboratório da Bell), desde a década de 80, estuda a tecnologia DSL (*Digital Subscriber Line*) cujo objetivo é ampliar a capacidade de utilização das redes de pares metálicos, através de técnicas de transmissão digital e de processamento e recuperação de sinais.

Para Fonseca, Curado e Conceição Júnior (1996), a realidade das empresas operadoras é a existência de uma malha de pares metálicos que está em pleno funcionamento e possui enorme capilaridade que pode ser otimizada através das tecnologias DSL. Vianna, Dotta Júnior e Catón (1996), citam que operadoras americanas e européias estimam uma sobrevida para a rede metálica até pelo menos 2030.

Azarite, Curado e Romano (1997) apontam a tecnologia xDSL como uma das que permitirão serviços de faixa larga aos usuários residenciais, utilizando par metálico na rede de acesso.

Nas redes metálicas os parâmetros atenuação, reflexão, diafonia, ruído e eco, são acentuados quando trafegam sinais em altas freqüências. Técnicas avançadas de transmissão e recuperação dos sinais e códigos, processamento de sinais digitais em alta velocidade e o uso de circuitos integrados em grande escala, possibilitaram a transmissão digital sobre a rede metálica.

As tecnologias xDSL referem-se ao fornecimento de serviços em várias

velocidades sobre redes metálicas convencionais: HDSL, SDSL, ADSL e VDSL.

HDSL (*High-bit-rate Digital Subscriber Line*) é uma tecnologia que permite a transmissão em 2 Mbps sobre 2 ou 3 pares de cobre, atingindo uma distância de aproximadamente 3 km, com cabo metálico não blindado de bitola 0,5 mm (24AWG), sem que seja necessário o uso de repetidores.

SDSL (*Symmetric Digital Subscriber Line*) é uma tecnologia entre o HDSL e o ADSL, transmite sinais T1 e E1 em apenas um par trançado e pode suportar simultaneamente os serviços de telefonia e de faixa larga, não devendo ultrapassar em 3Km o comprimento da rede metálica. É similar ao ADSL com velocidade menor e alcance maior e é similar ao HDSL podendo utilizar o telefone convencional.

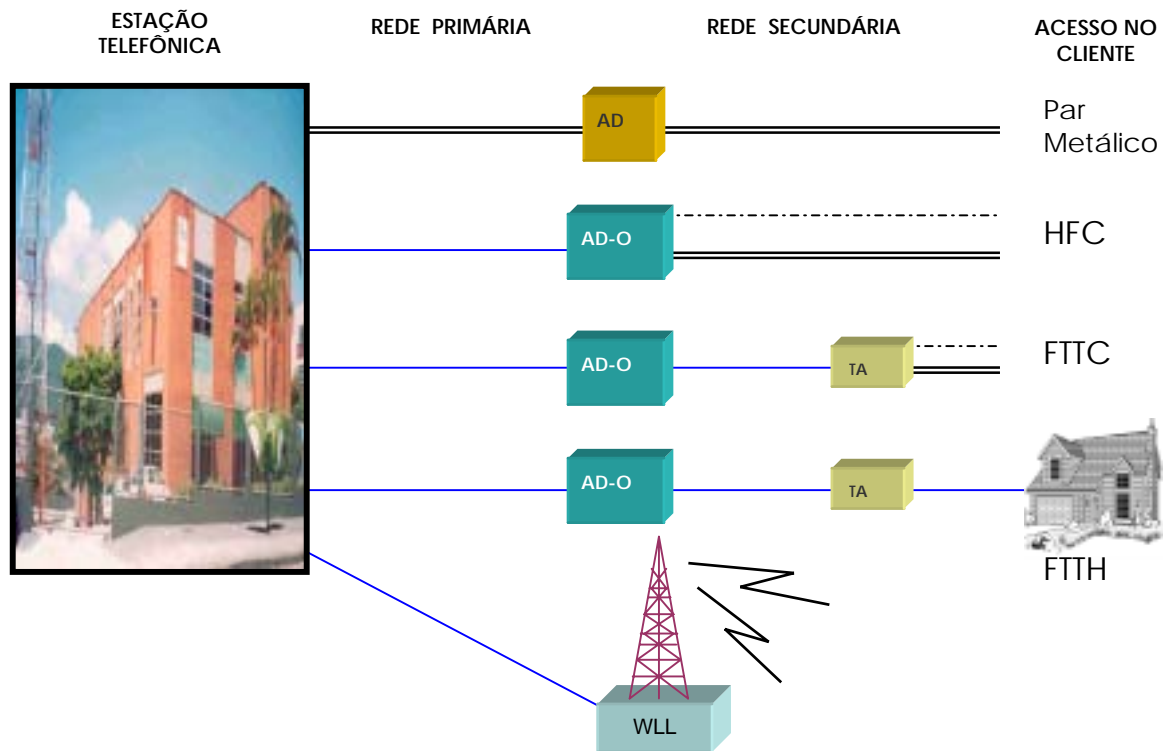
ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) é uma tecnologia cujo circuito utiliza dois modems sobre um par trançado convencional e cria três canais de informação: um canal *downstream* de alta velocidade (1,5 a 6,1 Mbit/s), um canal duplex de média velocidade (16 a 640 kbit/s) e um canal de telefonia. As taxas de transmissão no sentido *downstream* dependem de fatores como comprimento e bitola do cabo que estão relacionados a problemas de diafonia e ruído impulsivo.

VDSL (*Very High Bit Rate Digital Subscriber Line*) é uma tecnologia com características de ser assimétrica, usar um par metálico, manter a telefonia convencional e operar em alta velocidade com baixo alcance.

3.3.4.3 Evolução do Segmento Rede

A evolução do segmento rede tem possibilitado o surgimento de várias configurações, iniciando com o uso do par metálico e finalizando com o uso da fibra óptica.

A Figura 3.8 mostra a evolução deste segmento no contexto das telecomunicações. Na primeira situação, o par metálico sai da central e chega até a casa do assinante. Na segunda e terceira, há uma combinação de par metálico com cabo coaxial ou fibra óptica. Na quarta configuração (FTTH) a fibra cobre todo o percurso da central ao assinante. Na última situação, a fibra interliga estações de telefonia fixa com estações de telefonia móvel. Vale ressaltar que todas estas situações convivem no estágio atual das telecomunicações.



Fonte: adaptado de Fernandez (1997, p.83) e Fonseca, Curado e Conceição Jr. (1997, p.27).

LEGENDA:

AD Armário de Distribuição
 AD-O Armário de Distribuição Óptico
 === Par Metálico
 — Fibras Ópticas
 - - - - - Cabo Coaxial

TA Terminal de Acesso
 WLL Wireless Local Loop

Figura 3.8: Evolução da Rede no Sistema Telefônico.

Observa-se que desenvolvimentos de tecnologias do tipo xDSL têm dado uma sobrevida aos cabos metálicos.

3.3.4.4 Área de Tarifa Básica - ATB

No STFC, todos os segmentos vistos anteriormente agindo de forma integrada possibilitam o atendimento aos clientes, oferecendo basicamente serviços de voz, dados e imagens. Este atendimento, em última análise, é realizado pela rede secundária, salvo aqueles atendidos por celular ou outro sistema de rádio. Para os casos em que as operadoras investem na ampliação de sua rede secundária sem a participação direta do cliente, a área coberta por esta rede constitui uma Área de Tarifação Básica (ATB). Dentro da ATB, o usuário paga a instalação e a assinatura

do telefone⁹⁷, além do uso.

Por definição, dentro da ATB deverão estar 95% da demanda de telefones para o período em estudo. Isto requer um alinhamento entre as áreas de estudo da demanda e planejamento de modo que o projeto a ser implantado atenda as especificações necessárias.

Observa-se que há uma relação entre crescimento populacional e demanda por telefone, seja como fator de desenvolvimento quando se trata de comunidades rurais, seja como fator social nos aglomerados de baixa renda, ou simplesmente como meio de comunicação individual.

Conforme as localidades vão crescendo e ocupando espaços horizontais ou verticais, há a necessidade de readequar o sistema de telecomunicações para seu atendimento. Isto requer que sistematicamente sejam revistas as redes de telecomunicações, em particular a rede secundária. A ampliação da área urbana pode implicar em uma ampliação da rede secundária, no sentido de maior abrangência geográfica e conseqüente expansão da sua ATB.

A Anatel estabeleceu metas a serem atingidas pelas empresas privatizadas. Uma delas refere-se à implantação de STFC, com acessos individuais em todas as localidades com mais de trezentos habitantes até 31 de dezembro de 2005⁹⁸. Isto implica que estas localidades terão uma rede secundária em função da qual será traçada uma ATB.

Estar Fora da ATB (FATB), tanto nas pequenas localidades rurais quanto nas grandes cidades, significa que o cliente interessado em adquirir uma linha telefônica terá que pagar o projeto, a mão-de-obra e o material para execução do serviço, para o percurso que vai do limite da ATB até o local de instalação do telefone. Em aceitando estas condições, este usuário FATB, após ter seu telefone instalado, irá pagar uma taxa mensal de conservação de quilômetro referente ao par metálico necessário para atendê-lo.

Pelo exposto fica claro o interesse dos líderes comunitários, associações de moradores e mesmo clientes individualmente, em solicitarem à operadora que amplie a ATB, ou reavalie a população de alguma localidade para que esta seja incluída nos planos de atendimento STFC individual. Não raras são as situações quando tais pleitos ao serem rebatidos pela operadora, voltam a ser solicitados via

⁹⁷ Planos promocionais de venda poderão isentar o assinante de alguns pagamentos.

⁹⁸ Decreto n. 2.592, de 15 de maio de 1998, Capítulo II, Art.4,

agência reguladora.

Para a devida resposta às solicitações ou eventuais auditorias da Anatel, em geral recorre-se às informações alfanuméricas contidas em sistemas de informações e aos mapas chaves e plantas da rede aérea nos quais estão traçados os limites da ATB. A Figura 3.9 fornece uma idéia das informações contidas nos mapas. Estes mapas encontram-se em papel ou em arquivos digitais, muitas vezes nas empreiteiras contratadas pela operadora para manutenção/operação da planta externa na região. O limite da ATB está indicado em linha azul tracejada.

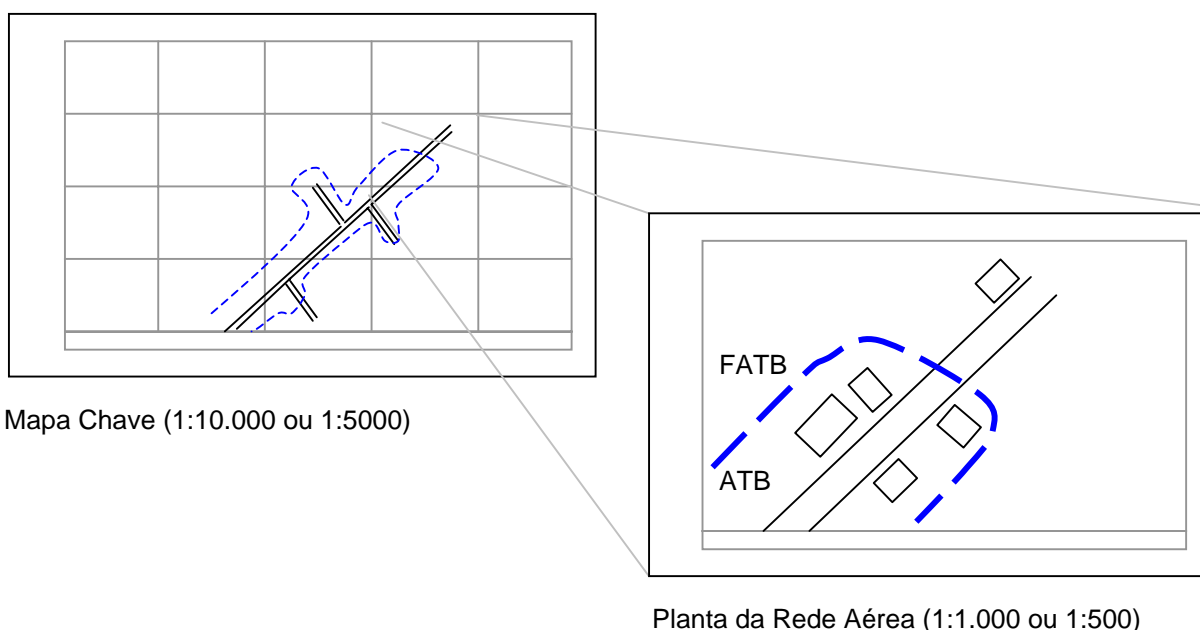


Figura 3.9: Informações de ATB contidas nos mapas.

Em resposta à Anatel, ou mesmo para esclarecimento dos clientes, seria no mínimo interessante disponibilizar um sistema georeferenciado que mostrasse de forma clara e inequívoca os limites da ATB. Tal sistema poderia valer-se de fotos aéreas com traçado da ATB disponibilizadas via Web para consulta de qualquer cidadão, o que tornaria o trabalho da operadora transparente junto ao público e à Anatel. Do ponto de vista do relacionamento operadora-empreiteira, haveria uma otimização na troca de informações e uma nova dinâmica na operacionalização das atualizações, bem como uma maior responsabilidade na manutenção das informações *on-line*.

3.4 TELEFONIA MÓVEL CELULAR

Em 1947, surgiu o conceito de telefonia celular nos laboratórios da AT&T Bell. Os primeiros sistemas utilizavam modulação em amplitude (AM) e apresentavam baixo desempenho. Em 1962, apareceu uma nova versão, com modulação em frequência (FM), na faixa de VHF e com canais de 30 KHz. Porém problemas com interconexão entre estações rádio base (ERB) e entre o sistema móvel e o fixo só foram solucionados na década seguinte. Inovações como: circuitos digitais VLSI (*Very Large Scale Integration*) de baixo custo, circuitos de RF em estado sólido para as faixas de microondas, evolução das baterias recarregáveis e redes controladas por computador viabilizaram comercialmente a telefonia celular.

Na década de 70, a AT&T propôs a construção de um sistema telefônico celular de alta capacidade, o *Advanced Mobile Phone Service* (AMPS). A implantação comercial do telefone celular nos EUA, só ocorreu em 1983, quatro anos após a NTT tê-la feito com um sistema semelhante ao AMPS em Tóquio, informa Guimarães (1998).

Conforme Barradas (1995), a primeira geração (1G) de sistemas celulares teve como principais representantes:

- AMPS, desenvolvido e encontrado principalmente nos países da América; opera dentro das faixas de 824MHz a 849MHz para transmissão e 869MHz a 894MHz para recepção; adotado no Brasil, na época;
- NMT (*Nordic Mobile Telecommunications*) encontrado em diversos países além dos escandinavos;
- TACS (*Total Access Communications System*), no Reino Unido, Itália, Áustria, Espanha e Irlanda; e
- C-450, na Alemanha e Portugal; Radiocom 2000 na França.

As diferenças entre sistemas ficaram por conta dos fabricantes que particularizaram características como: abrangência da célula, frequências de operação, técnicas de repartição do espectro de frequência, protocolos usados dentre outras, descritos em RNT (1997).

Esta primeira geração caracterizou-se por ser analógica, com baixa potência de transmissão, pequena cobertura e reuso de frequências, modulação FM para voz e FSK (*Frequency Shift Keying*) para sinalização, acesso a canalização por FDMA

(*Frequency Division Multiple Access* – acesso múltiplo⁹⁹ por divisão de frequência), tamanho das células entre 500 metros a 10 quilômetros, sendo possível realizar *handoff*¹⁰⁰ e *roaming*¹⁰¹ entre diferentes provedores desde que fossem do mesmo sistema, conforme Santos (1997) e Barradas (1995).

Pressionado pelos mercados americano e europeu, o primeiro porque seu sistema analógico já tinha atingido o limite de sua capacidade e o segundo pela necessidade de um sistema Pan Europeu, iniciou-se o desenvolvimento de um sistema com tecnologia digital, que deu origem à segunda geração (2G) de telefones *wireless*. A 2G é caracterizada por adotar a tecnologia TDMA (*Time Division Multiple Access* – acesso múltiplo por divisão de tempo) ou CDMA (*Code Division Multiple Access* – acesso múltiplo por divisão de código), ter a voz digitalizada e comprimida, maior quantidade de assinantes atendidos sem aumento da frequência do espectro, melhoria da qualidade da voz dentre outras. Para Barradas (1995) os principais representantes dos sistemas TDMA são:

- IS54 (*Interim Standard-54*) – nos EUA, com voz de 8kbps;
- GSM (*Global System for Mobile Communication*) – na Europa, com voz de 13 kbps;
- JDC (*Japanese Digital Mobile Communication*) – na Ásia, com 6,7kbps; e
- PDC (*Personal Digital Communication*) – na Ásia, igual ao JDC.

Guimarães (1998) destaca dentre os sistemas de comunicação móvel celular de segunda geração, os seguintes padrões: GSM, DCS-1800, PCS-1900, IS-54 D-AMPS e CDMA IS-95. Segundo o mesmo autor, o sistema GSM foi introduzido na Europa em 1991, e oferece serviços de telefonia, fax, videotexto e telex, serviços de dados, serviços de RDSI como desvio de chamada, identificação de assinante chamador e serviço de mensagem. Outra inovação do sistema GSM é o módulo de identificação do usuário (SIM – *Subscriber Identification Module*), que pode ser implementado sob a forma de um cartão de crédito ou um *plug-in* que conectado ao terminal GSM fornece todas as informações necessárias do usuário. Sem o SIM o terminal não funciona. Os padrões DCS-1800 e PCS-1900 são baseados na arquitetura de rede do sistema GSM. O padrão IS-54 conhecido com D-AMPS (*Digital AMPS*) é o equivalente digital do analógico AMPS, sendo que outra evolução

⁹⁹ Acesso múltiplo é a capacidade de vários usuários serem multiplexados dentro de um canal sem que haja interferência de um usuário sobre outro.

¹⁰⁰ *Handoff* – transferência automática de uma célula para outra

¹⁰¹ *Roaming* – transferência automática de ligações entre sistemas.

deste é o E-AMPS (*Extended AMPS*). O padrão IS-95 baseado na tecnologia CDMA¹⁰², foi desenvolvido também com o objetivo de possibilitar uma transição suave da tecnologia analógica para digital.

Nilsson M. (1999) apresenta quatro padrões para a 2G: GSM, TDM/136, PDC e CDMA/IS-95. Cada um destes padrões define um sistema de telefonia móvel que suporta serviços suplementares e alguns serviços de dados de baixa taxa de dados. Eles foram desenvolvidos em vários órgãos normativos entre o final da década de 80 e início da de 90.

A geração dois e meio (2,5G) refere-se aos sistemas celulares com serviços e taxas adicionais àquelas oferecidas pelos sistemas 2G, mas que não caracterizam a 3G (Terceira Geração). Estão nesta categoria os PCS (*Personal Communication Services*). Eles possuem banda distinta daquela destinada aos celulares 2G. Estas bandas diferem de um país para outro e no Brasil ela está na faixa de 1.8 GHz.

Para Nilsson M. (1999), dentre os propulsores do desenvolvimento da 3G está o mercado crescente de usuários de Internet, estimado em 1000 milhões para 2004 e o fato de que a maior parte dos novos serviços multimídia será oferecida por meio da Internet. Nilsson T. (1999) prognostica que o volume acumulado de tráfego por assinante duplicará ou até triplicará em 2004, devido principalmente à queda das tarifas. Com estes parâmetros, para que 3G tenha êxito é necessário proporcionar serviços multimídia móveis sem fio, com alta qualidade, eficácia e facilidade de uso, devendo propiciar altas taxas de transmissão de dados, de pelo menos 144kbit/s em todos os ambientes de rádio e de até 2 Mbit/s em ambiente de baixa mobilidade e em interiores.

Segundo Guimarães (2001), o sistema de terceira geração (3G), futuro padrão mundial de comunicação móvel, nomeado IMT-2000 (*International Mobile Telecommunications – 2000*) tem como objetivo atender tanto os usuários fixos (FWA – *Fixed Wireless Access* ou WLL – *Wireless Local Loop*) quanto os móveis, em redes públicas e privadas. O IMT-2000 tem como principais atributos: alto grau de aspectos comuns de projeto em todo o mundo, possibilitando ganho de escala; compatibilidade de serviços dentro do sistema e com as redes fixas; alta qualidade;

¹⁰² Segundo Barradas (1995), por volta dos anos 40, desenvolveu-se uma técnica de transmissão de uso militar conhecida como acesso múltiplo por divisão de código (CDMA). Esta técnica foi aplicada aos telefones celulares. Ela apresenta grande imunidade ao ruído e foi aplicada em comunicação via satélite. A idéia central é sobrepor sinais distintos e reconhecidos por código, de 10 a 20 assinantes, em uma mesma portadora. Existe a necessidade de que os pulsos gerados em todas as ERBs sejam sincronizados, o que é feito através dos sinais dos satélites GPS, de modo que cada ERB deve ser equipada com um receptor de GPS.

terminais de pequeno porte com possibilidade de *roaming* global e capacidade de aplicações multimídia. Propõe-se que os usuários possam receber os serviços oferecidos independentes de sua localização geográfica, com qualidade comparável ao SFTC. Para isto conta-se com componentes terrestres e satélites.

Segundo Nilsson T. (1999), observa-se uma evolução dos padrões de 2G para 3G, preservando os investimentos já aplicados, evitando viés e garantindo a interoperarem com as redes existentes.

Um dos pontos importantes nos sistemas celulares é a escolha da tecnologia de transmissão via rádio, por isto diferentes propostas foram submetidas à ITU. Destacam-se duas propostas baseadas no CDMA faixa larga: W-CDMA (*Wideband CDMA*) e cdma2000.

Segundo Rosa e Serra (2002), o W-CDMA é uma das tecnologias escolhidas pela ITU para prover os serviços 3G, havendo, inclusive, uma preocupação quanto aos aspectos de integração das atuais redes com as futuras redes W-CDMA. Padrões de interfaceamento e *interworking* de diferentes redes estão sendo estudados e espera-se que através de protocolos de Internet ou do protocolo H.323 consiga-se facilitar e agilizar a entrada dos sistemas UMTS W-CDMA em operação.

Segundo Fonseca (2000b), hoje as empresas estão com a comunicação sem fio na segunda geração (2G), preparando a migração para a 3G e estudando o sistema celular de quarta geração (4G) que vai operar em velocidades de 20 a 30 Mbit/s.

3.5 WIRELESS LOCAL LOOP - WLL

Segundo Ogata (1996), o conceito do *Wireless Local Loop* (WLL) surgiu na década de 70, nos laboratórios da Bell, com o objetivo de encontrar alternativas para a rede de acesso em localidades rurais ou de baixa densidade populacional, para as quais o custo de implantação de serviços telefônicos é elevado.

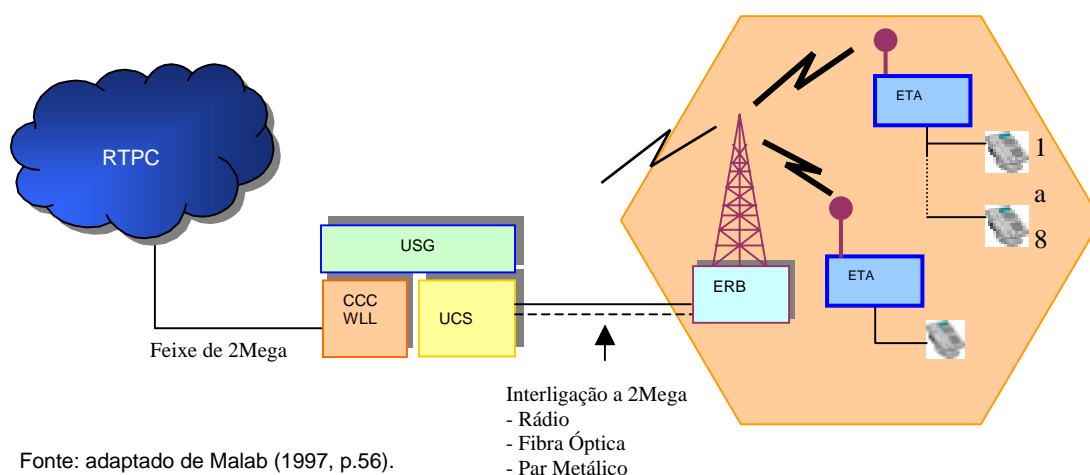
Cunha (1996) define a Telefonia Celular Fixa como a prestação de serviço telefônico básico sem a utilização de fios na rede primária e tendo a posição dos assinantes fixa e conhecida. Isto leva Malab (1997) a afirmar que a grande maioria dos sistemas WLL é uma extensão da tecnologia celular de sistemas móveis aplicada a terminais fixos. Para ele, o WLL é uma opção tecnológica capaz de prover

serviços de comunicação de voz e dados, dispensando o uso da rede metálica.

O WLL surge como um instrumento capaz de aumentar a competitividade entre empresas operadoras, nos países desenvolvidos e como uma solução para atendimento nos países em desenvolvimento, onde a demanda encontra-se bastante reprimida. Em qualquer uma das duas opções é inevitável a comparação entre WLL e a rede convencional, na qual são analisados parâmetros como flexibilidade de implantação, necessidade de espectro de frequência, infra-estrutura necessária, taxa de transmissão, segundo Malab (1997) e tempo de instalação, cobertura, capacidade e custo de operação e manutenção, segundo Duprat (1997).

A Figura 3.10 mostra os blocos funcionais do sistema WLL:

- Central de Comutação e Controle (CCC) é o equipamento que faz a comutação, gerenciamento e conexão dos assinantes com a Rede Telefônica Pública Comutada (RTPC);
- Unidade Controladora do Sistema (UCS) é o equipamento que gerencia e controla as várias Estações Rádio Base (ERB) e Estações Terminais de Assinantes (ETA) a ela conectadas;
- Unidade de Supervisão e Gerência (USG) é o equipamento que faz a interface do sistema WLL com a rede de gerência da empresa operadora;
- Estação Rádio Base (ERB) é a unidade que conecta a estação terminal de assinante ao sistema WLL; e
- Estação Terminal de Assinante (ETA) é o equipamento responsável pela conexão do aparelho telefônico do usuário com a plataforma WLL.



Fonte: adaptado de Malab (1997, p.56).

Figura 3.10: Topologia típica do WLL.

A tecnologia sem fio tem permitido que novos *players*¹⁰³ entrem no mercado sem precisar usar a infra-estrutura das antigas operadoras. Foi o caso da Ionica¹⁰⁴, que adotou como estratégia: não depender da infra-estrutura da British Telecom, apresentar tarifas 15% mais baixas que a concorrente e oferecer serviços que a concorrente não oferecia, segundo Nortel/Promon (1997).

O WLL pode ser visto como uma convergência de tecnologias com o objetivo de substituir o par metálico pelo meio ar, mantendo as mesmas qualidades e facilidades das redes convencionais.

3.6 TELEFONIA CELULAR NO BRASIL

Este item discorre sobre a telefonia celular no Brasil destacando os sistemas SMC e sua evolução para SMP.

3.6.1 Sistema Móvel Celular - SMC

Em 1972, foi implantado em Brasília um sistema de telefonia móvel, com tecnologia IMTS (*Improved Mobile Telephone System*) anterior a tecnologia celular. Em 1990, o Rio de Janeiro tornou-se a primeira cidade brasileira a usar o Telefone Móvel Celular.

Em 1997, o espectro de frequência foi dividido em duas bandas: a Banda A, abrangendo os canais de 1 a 333 na faixa de 825,03 MHz a 834,99MHz, e a Banda B, abrangendo os canais 334 a 666, na faixa de 845,01Mhz até 846,48 MHz. Ambas as bandas possuem uma faixa estendida com mais 83 canais cada.

Segundo Fonseca (2000a), o Serviço Móvel Celular, no Brasil, nasceu com a Lei Mínima¹⁰⁵ e foi uma das bases da privatização no país. Como resultado surgiram 22 operadores, 10 áreas de exploração nas faixas de frequência A, para as concessionárias do antigo Sistema Telebrás, e B, para as operadoras que

¹⁰³ Jargão referente a novas empresas que estão entrando no mercado para explorar serviços de telecomunicações.

¹⁰⁴ Iônica – operadora de telecomunicações do Reino Unido, licenciada em 1993 e entrou em liquidação em 1999.

¹⁰⁵ A Lei Mínima ou Lei Específica trata-se da Lei n. 9.295, de 19 de julho de 1996 que dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a exploração de Serviço Móvel Celular, de Serviço Limitado e de Serviço de Transporte de Sinais de Telecomunicações por Satélite e também sobre a utilização da rede pública de telecomunicações para a prestação de serviço de valor adicionado.

compraram espectro em leilão público. Foi adotado o regime de duopólio (duas empresas por área).

3.6.2 Serviço Móvel Pessoal - SMP

Segundo Fonseca (2000a), o Serviço Móvel Pessoal, é o atual SMC transposto para uma faixa mais alta. O SMP atua na mesma área do STFC, além de alterar a condução de chamadas de longa distância nacional e internacional.

O SMP está estruturado pela Consulta Pública n. 241, de 10 de julho de 2000, que tem como objetivo dar mais opções ao usuário:

- trazer maior competição ao mercado celular de segunda geração, através das bandas C, D e E; e
- introduzir o serviço celular de faixa larga, terceira geração.

Em 21 de julho de 2000, foi escolhida a faixa de 1.8 GHz para o SMP de segunda geração. Para Fonseca (2000b), a escolha de 1.8 GHz para a banda C trará ao Brasil o sistema europeu *Global System Mobile* (GSM), presente em 140 países, o que facilita o *roaming* mundial. A faixa de 1.9 GHz ficará para a implantação do futuro sistema sem fio de terceira geração recomendado pela UIT.

Os dos serviços, SMC e SMP, irão conviver durante algum tempo, porém a Anatel espera que haja uma migração gradativa para o serviço pessoal.

3.7 CONCLUSÃO

Desde a descoberta do telégrafo e posteriormente do telefone, as telecomunicações têm evoluído muito. Todos os segmentos que a compõe tiveram significativo desenvolvimento e contribuíram para que as redes de telecomunicações tivessem a feição com que se apresentam hoje.

Observa-se que o conceito de grandes centrais telefônicas atendendo a grandes áreas geográficas, no início das telecomunicações, hoje mudou para pequenas centrais oferecendo não só voz, mas serviços de valor agregado, atuando em pequenas áreas geográficas. A inclusão de computadores nas centrais telefônicas revitalizou o setor. Novos serviços puderam ser oferecidos ao usuário e os serviços e as centrais puderam ser melhores gerenciados. A digitalização da voz,

o uso de fibras ópticas, o aumento na frequência de transmissão, as técnicas de multiplexação e o uso de satélites têm aumentado abrangência, confiabilidade e melhorado a qualidade do sistema. A infra-estrutura tem se aprimorado e reduzido espaço. As redes tendem a ter sua última milha metálica cada vez menor, para poderem trafegar mais dados em menor tempo, até que toda a rede seja óptica. A transmissão de dados tende a superar voz e a comutação de pacotes a sobrepujar a de circuitos.

A comunicação móvel e o telefone celular têm alterado o comportamento da sociedade, talvez mais do que supunha Jacobaeus (1977). Segundo Grundsell e Mallmin (2001), a base de clientes de telefones celulares cresceu de zero para 600 milhões em 15 anos e espera-se que a quantidade de telefones móveis supere os fixos nos próximos anos. Isto caracteriza uma sociedade que quer comunicar-se a qualquer hora de qualquer lugar, e não só por voz, mas também por imagens, segundo Askelöf et al (2001).

Toda esta evolução associada à onda de liberalização e desregulamentação, que atingiu mundialmente os principais mercados das telecomunicações, tem mudado drasticamente o perfil das operadoras e uma nova sociedade está se formando resultado da convergência das tecnologias de computação, comunicação e transmissão. Como consequência, uma série de novas empresas tem surgido para concorrerem no mercado. Neste ambiente altamente competitivo, a busca de soluções de baixo custo e com ganho em escala torna-se bastante atrativa.

CAPÍTULO IV

REDES DE COMPUTADORES

APOIADAS SOBRE REDES DE TELECOMUNICAÇÕES

“A rede é uma fábrica de possibilidades.”
Kevin Kelly

4.1 INTRODUÇÃO

Quando se compara a evolução do setor de computação com a de outros setores industriais, verifica-se o rápido desenvolvimento que a indústria da informática teve nos últimos anos. Dos computadores da década de 50, que ocupavam grandes salas, operados com válvulas, aos laptops de hoje, passando pelos componentes transistorizados e circuitos integrados, observa-se uma redução em seu tamanho, aumento na capacidade de armazenamento e processamento e diminuição no preço, fatores que contribuíram para sua popularização. Hoje eles são encontrados nos mais diversos lugares, desde escritórios, escolas, residências, até nas pastas dos executivos, por exemplo.

A idéia de um grande e único computador realizando todas as funções foi substituída pela de várias máquinas menores separadas, porém interconectadas formando uma rede de computadores. Para Moura et al (1986) as redes de computadores surgiram para tornar viável o compartilhamento eficiente de recursos como hardware, software e dados entre os usuários e são formadas, segundo Soares, Lemos e Colcher (1995), por um conjunto de módulos processadores¹⁰⁶ interligados entre si através de um sistema de comunicação¹⁰⁷. Elas podem ser pequenas, quando confinadas a uma sala ou campus, por exemplo, ou podem estar interligando grandes redes geograficamente distribuídas por um país ou pelo mundo, na visão de Schwartz (1988).

O fato é que hoje as redes de computadores fazem parte do cotidiano de uma

¹⁰⁶ Para Soares, Lemos e Colcher (1995), o módulo processador pode ser microcomputador, mainframe ou terminal de vídeo texto, dentre outros.

¹⁰⁷ O sistema de comunicação citado por Soares, Lemos e Colcher (1995) consiste de uma topologia de rede que interliga os vários módulos processadores por meio de enlaces físicos (meio de transmissão) e de um conjunto de regras (protocolos).

considerável parcela das pessoas que residem nos grandes centros urbanos.

Para Núñez (2000), a proliferação no uso de informática e telecomunicações tem gerado expectativas quanto ao desenvolvimento econômico-social e determinado um novo paradigma social que aos poucos está se impondo nos meios políticos e sociais.

Este capítulo fornece uma visão geral da evolução das redes de computadores e sua integração com as redes de telecomunicações.

4.2 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO

Segundo Soares, Lemos e Colcher (1995), na década de 50, os computadores estavam confinados em salas climatizadas e isolados dos usuários. Estes entregavam, nos balcões dos Centros de Processamento de Dados (CPD), as folhas de programação para serem digitadas ou os cartões perfurados para serem processados em lotes (*batch*). Neste período, segundo Wood (1985), surgem as primeiras redes de comunicação de dados, que viriam a se consolidar nas décadas seguintes.

Nos anos 60, os trabalhos dos diversos usuários de computadores concorriam para serem executados simultaneamente e o computador trabalhava num sistema de tempo compartilhado (*time-sharing*). Os usuários passaram a conectar-se ao computador central através de terminais ligados a ele por meio de linhas de comunicação. Nesta década, os fabricantes de computadores introduziram e desenvolveram o conceito de arquitetura de comunicação de camadas o que permitiu, segundo Schwartz (1988), que uma grande quantidade de equipamentos (terminais e computadores) pudessem se comunicar. Surgiram várias arquiteturas de redes, como por exemplo: SNA (*System Network Architecture*) da IBM, DNA (*Digital Network Architecture*) da Digital Equipment Corporations e BNA (*Burroughs Network Architecture*) da Burroughs, segundo Meijer and Peeters (1983) e Moura et al (1986).

Os grandes fabricantes de computadores desenvolviam suas redes proprietárias, mantendo o cliente atrelado ao seu produto. Neste período houve uma proliferação de redes privadas. Estas redes cresceram e tornaram-se cada vez mais complexas a ponto dos fabricantes criarem os nós das redes. Estes nós faziam a comutação dos dados como se fossem centrais telefônicas, porém com funções mais complexas. As empresas de telecomunicações perceberam que o faturamento

dos aluguéis dos circuitos, que compunham as redes privadas¹⁰⁸, era muito pequeno quando comparado à receita do tráfego de dados que circulava pela rede. Isto ficou claro na disputa pelo mercado, que ocorreu entre a AT&T e a IBM, conforme Barradas (1995).

4.2.1 Formação das Redes

Em 1969, entrou em operação a ARPANET¹⁰⁹, uma rede do Departamento de Defesa dos EUA. Nos anos de 70, os sistemas computacionais centralizados de grande porte passaram a dar lugar a vários microcomputadores, que nas décadas seguintes compuseram as redes de computadores e conseqüentemente as redes de comunicação de dados. Neste período, o mercado para os fornecedores de equipamentos de comunicação de dados estava bastante atrativo e promissor. Kleinrock (1982) acreditava que essa década seria marcada pelo desenvolvimento das redes entre computadores e que a década seguinte seria caracterizada pelo desenvolvimento de aplicações, nos mais variados campos de atividades, sobre redes, consolidando definitivamente as redes de computadores.

Ainda na década de 70, em 1977, a Datapoint Corporation, desenvolveu a rede ArcNet (*Attached Resource Computer Network*), que comercialmente foi lançada em 1983 não obtendo sucesso. Possuía uma topologia de barramento ou barramento estrela, com passagem de símbolo utilizando cabos de banda larga. Esta rede antecede as normas IEEE Projeto 802, segundo Microsoft (1996).

Em 1983, a Apple Computer Inc. introduziu a rede *Apple Talk*. Era uma rede proprietária simples, para pequenos grupos, cujas funções estavam incorporadas ao computador.

¹⁰⁸ Entre 1965 e 1970 surgiram as primeiras redes de dados, resultado do sucesso das ligações entre computadores e da utilização de terminais de vídeo. Com a disponibilidade desta tecnologia, os bancos viram uma oportunidade de negócio através da informatização da área bancária. O exemplo foi seguido pelas agências de notícias e empresas que atuavam nacional e internacionalmente, de acordo com Barradas (1995).

¹⁰⁹ A ARPANET foi a primeira e mais famosa rede comutada por pacotes e que mais influenciou a evolução da comunicação de computadores. Ela foi proposta em 1966, patrocinada pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, e entrou em operação em 1969. A rede inclui um subsistema de comunicação de dados comutado por pacote e uma coleção de computadores *host* que compartilham os recursos da rede, segundo Wood (1985). Possui o IP (*Internet Protocol*) como protocolo de rede e o TCP (*Transmission Control Protocol*) como protocolo de transporte, conforme Tanenbaum (1997). A primeira rede pública a usá-la foi a *Telenet Communications* de EUA em 1975, seguido pela *Datapac* no Canadá e *Transpac* na França, conforme Roberts (1982). No final dos anos 60, na Inglaterra, através do *National Physical Laboratory* desenvolveram-se os fundamentos da comutação por pacote em pequena escala, segundo informações de Roberts (1982).

Em 1984, a IBM lançou sua versão da rede Token Ring¹¹⁰, para conectar computadores à rede através de uma estrutura de cabos de pares trançados. A Rede Token Ring é uma rede em anel, que pode ter como meio o par trançado, cabo coaxial ou fibra óptica.

Em 1994, segundo Forget e Glória (1994), a popularidade dos micro-computadores causou um aumento na demanda por largura de banda e na necessidade de interconexão de redes locais através de WAN. Os avanços e progressos da micro-eletrônica permitiram o desenvolvimento de computadores e periféricos mais rápidos, mais potentes, eficientes e baratos. Computadores mais potentes implicam em aumento na capacidade de processamento e operações mais rápidas requerendo softwares mais complexos. Surgiram os serviços de reconhecimento de voz, escrita, tratamento de imagens de alta resolução em tempo real, vídeo e animação em tempo real. Todos estes novos serviços necessitam de rede para o transporte de dados.

Paralelamente, ocorreram grandes melhorias em relação à largura de banda das redes de comunicação. Em 1989, rede local em 10Mbit/s e redes de longa distância com 2Mbit/s eram suficientes.

Enquanto os computadores tinham que se conectar a uma linha telefônica para trocarem informações, eles podiam ser portáteis, porém não eram móveis. Somente quando começaram a usar sinais de rádio ou infravermelho para comunicarem-se, adquiriram a mobilidade e passaram a formar uma rede sem fios (*wireless LAN*). São ainda LAN pela limitada área de abrangência, tipicamente escritórios, edifícios, lojas ou casas, segundo Tourrilhes (1999) e Tanenbaum (1997).

Ao longo dos anos, muitas outras redes foram sendo implementadas, algumas são redes de pesquisa, outras são redes cooperativas ou comerciais, sem contar com as redes públicas gerenciadas pelas operadoras de telecomunicações. Padrões e protocolos tornaram-se pontos importantes para que as redes pudessem comunicar-se entre si.

¹¹⁰ A rede Token Ring entrou para ANSI/IEEE, em 1985.

4.2.2 Arquiteturas, Padrões e Protocolos de Rede

Com o tempo, as redes de computadores foram consolidando-se e dois elementos tornaram-se significativos neste ambiente: os padrões e os protocolos. Os padrões descrevem como os equipamentos devem ser e os protocolos serão regras e acordos que devem ser seguidos para o bom funcionamento da rede.

Os padrões podem ter sua origem:

- nos organismos internacionais, como ISO, IEEE, ANSI, CCITT, gerando os padrões ditos de direito;
- nas propostas dos fabricantes, gerando padrões proprietários aceitos pelo uso e ditos padrões de fato; e
- em projetos de pesquisa ou no meio acadêmico, configurando padrões de fato e não proprietários.

Segundo Barradas (1995), na década de 70, iniciaram-se as pressões da sociedade produtiva da Europa e EUA para que houvesse interconexão¹¹¹ entre as diversas redes heterogêneas. Na opinião de Rufino (1992), a necessidade de interconexão dos sistemas computacionais fez com que a ISO (Internacional Organization for Standardization) propusesse um padrão aberto de arquitetura de comunicação, posteriormente conhecido como modelo OSI¹¹² (*Open System Interconnection*). O modelo prevê sete camadas ou níveis. A cada camada existe um protocolo associado. As camadas de um a três preocupam-se com os protocolos de comunicação de rede, enquanto as demais quatro camadas executam funções de protocolo fim-a-fim. A um conjunto de camadas de protocolos, Tanenbaum (1997) chama de arquitetura de rede. Em 1983, o modelo de referência foi oficialmente aprovado pela ISO como um padrão internacional para interconexão de sistemas abertos¹¹³. Nem toda arquitetura segue o modelo OSI, existindo arquiteturas alternativas proprietárias (SNA da IBM e DECnet da DEC) e não proprietárias (TCP/IP).

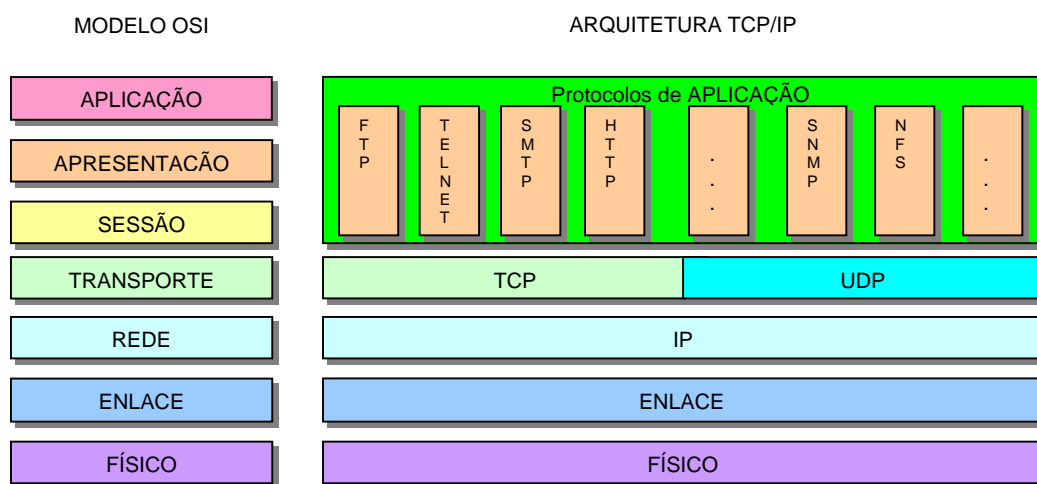
¹¹¹ Serão consideradas interconectadas as redes que puderem trocar informações entre si, usando qualquer meio disponível: pares metálicos, fibra, microondas ou satélite.

¹¹² Soares, Lemos e Colcher (1995) descrevem os sete níveis do modelo: físico, enlace, rede, transporte, sessão, apresentação e aplicação e a transmissão de dados no ambiente OSI. O modelo de referência OSI da ISO, não é o único padrão. Ele pode ser comparado ao IEEE 802. Apesar de duas instalações usarem o modelo OSI, não há garantia de que sejam capazes de comunicarem-se, segundo Tanenbaum (1997).

¹¹³ Modelos, tão importantes quanto o OSI, foram propostos por outros organismos internacionais de padronização, porém não é foco deste trabalho elencá-los ou discuti-los.

A arquitetura TCP/IP¹¹⁴, atualmente bastante difundida em função da Internet, refere-se a um conjunto de protocolos voltado para a interconexão de redes heterogêneas. Teve sua origem patrocinada pela ARPA¹¹⁵ (*Advanced Research Projects Agency*) com a especificação e construção da ARPANET¹¹⁶, no final da década de 60.

Quando comparada com o modelo OSI, as camadas físicas e de enlace não são descritas na arquitetura TCP/IP e a de aplicação corresponde às de sessão, apresentação e aplicação do modelo OSI, havendo correspondência direta, somente entre as camadas de transporte e de rede, conforme a Figura 4.1.



Fonte: adaptado de Soares, Lemos e Colcher (1995, p.406).

Figura 4.1: Arquitetura TCP/IP comparada ao modelo OSI.

O protocolo IP¹¹⁷ é o protocolo da camada de rede responsável pelo

¹¹⁴ Oficialmente chamado TCP/IP *Internet Protocol Suite*, segundo Comer (1995, p.2).

¹¹⁵ Posteriormente chamada DARPA (*Defence Advanced Research Project Agency*).

¹¹⁶ A ARPANET acabou dando origem a Internet de hoje. Referências a ARPANET podem ser encontradas em Comer (1995, p.2 e p.37-39), Tanenbaum (1994, p.40-43), Bellamy (1982, p.363-364), David and Barber (1972, p.300-302).

¹¹⁷ No protocolo IP a comunicação é não confiável, não sendo usados reconhecimentos fim a fim ou entre nós intermediários. Nenhum mecanismo de controle de erros nos dados transmitidos é utilizado, exceto um *checksum* do cabeçalho que garante que as informações nele contidas, que são usadas pelos *gateways* para encaminhar os datagramas, estão corretas, Soares, Lemos e Colcher (1995, p.315-324). Roteamento inter-redes é a principal função do protocolo IP. O protocolo assume que os *hosts* sabem enviar datagramas para qualquer outro *host* conectado à mesma rede. A função de roteamento torna-se mais complexa quando uma entidade IP deve transmitir um datagrama cujo destinatário não está ligado à mesma rede que ela. Neste caso parte da função de roteamento é transferida para os *gateways* (roteadores) cabendo ao módulo IP no *host* apenas o envio do datagrama a um dos *gateways* conectados a sua rede: roteamento hierárquico. O endereço IP é uma identificação para um computador ou um dispositivo qualquer de uma rede TCP/IP. O protocolo IP é a base da arquitetura pois atribui endereços lógicos aos dispositivos e às redes e assim consegue definir o caminho para levar os pacotes da origem ao destino. Em função da exaustão de endereços IP o IETF designou um grupo de trabalho

transporte de datagramas (blocos de dados) através da Internet. É um protocolo sem conexão e os datagramas são independentes. Isto implica que cada bloco deve ter os endereços de origem e destino que permitam o seu roteamento na rede. O protocolo IP não verifica se um pacote alcançou o seu destino nem executa qualquer ação se não alcançou. Desta forma, não garante os requisitos temporais para os pacotes, podendo ser um problema à prestação de serviços sensíveis ao atraso, como voz.

TCP e UDP são protocolos da camada de transporte e têm como função principal entregar os datagramas nos destinos. O TCP é um protocolo orientado à conexão e confiável, garantindo que os dados cheguem na ordem certa ao seu destino. O UDP, ao contrário, é não orientado à conexão e não confiável, não garantindo a chegada dos dados ao destino e não retransmitindo pacotes perdidos.

Acima da camada de Transporte, tendo como referência o modelo OSI, o modelo TCP/IP apresenta uma série de protocolos classificados como Protocolos de Aplicação que têm funções específicas na arquitetura. Seguem exemplos:

- FTP (*File Transfer Protocol*) é o protocolo que permite a transferência de arquivos de uma estação para outra (ponto-a-ponto), através da rede;
- TELNET (Serviço de Terminal Remoto) é o protocolo que permite controlar estações remotas, através da rede;
- SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) é o protocolo que permite o uso do correio eletrônico;
- HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) é o protocolo que permite a transferência de informações multimídia: texto, imagem, vídeo, som, etc;
- SNMP (*Simple Network Monitoring Protocol*) é o protocolo que permite o monitoramento do estado dos dispositivos que compõem a rede (estações, roteadores, etc); e
- NFS (*Network File System*) é o protocolo que permite o compartilhamento de recursos de armazenamento de arquivos através da rede.

Segundo Murhammer et al (2000), o projeto dos protocolos TCP/IP tinha como primeiro objetivo construir uma interconexão de redes capaz de fornecer serviços de comunicação e como segundo objetivo interconectar redes físicas diferentes. O resultado da interconexão destas redes é denominado de inter-redes

(*internetwork* ou *internet*). Para que duas redes sejam conectadas, é necessário que um computador¹¹⁸ esteja ligando-as e que ele seja capaz de enviar pacotes de dados de uma rede para a outra. Neste contexto a Internet é um conjunto mundial de redes interconectadas.

4.2.3 Sistema Operacional de Rede (Software de Rede)

Para Soares, Lemos e Colcher (1995), o Sistema Operacional (SO) é um software composto de rotinas que executam serviços básicos de uso geral, tais como: imprimir, armazenar ou ler dados de uma determinada entrada, gerenciar alocação de memória, etc. Primeiramente, foram desenvolvidos SOs que atuavam em um único computador – sistemas operacionais locais. Quando surgiram as redes de computadores foi necessário evoluir o SO de modo a permitir o suporte à comunicação em rede e o compartilhamento de recursos deste novo ambiente – sistemas operacionais de rede. Os SOs de rede, de uma forma geral, são multiprotocolos, ou seja, suportam mais que um tipo de protocolo para cada camada. Isto permite que, em uma mesma rede, computadores com SOs diferentes possam ser interligados.

A Figura 4.2 mostra que a maioria das funções do modelo OSI é implementada pelo sistema operacional de rede.

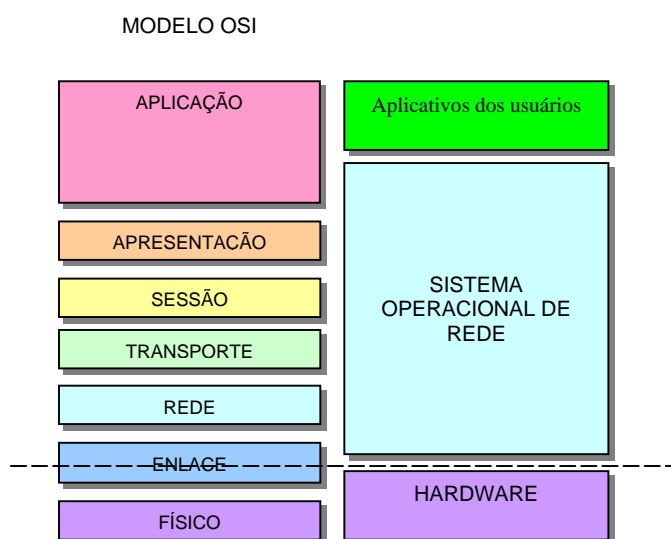


Figura 4.2: Relação entre o modelo OSI e o Sistema Operacional de rede.

¹¹⁸ Este computador é também denominado roteador (*router*) ou *gateway*, dependendo do autor.

Para Tanenbaum (1997), o software era secundário no projeto das primeiras redes de computadores, sendo o hardware prioritário. Atualmente, sobre o software recai a maior importância. Visto que os projetos de redes são complexos, eles foram particionados em camadas ou níveis sobrepostos. A quantidade, o conteúdo, a função e nome de cada nível são diferentes para cada tipo de rede.

4.3 DAS REDES LOCAIS ÀS REDES GEOGRAFICAMENTE DISTRIBUÍDAS

A abrangência geográfica de uma rede de computadores orienta a tecnologia adotada na sua implantação. Usualmente as redes são classificadas em: Redes Locais¹¹⁹ (LAN – *Local Área Network*), Redes Metropolitanas¹²⁰ (MAN – *Metropolitan Área Network*) e Redes de Longa Distância¹²¹ (WAN – *Wide Área Network*). Outras classificações são encontradas em Richardson (2002), como as WLAN. (*LAN wireless*).

A forma como as redes organizam-se define a topologia¹²² e a escolha da topologia afeta a eficiência, a confiabilidade e a velocidade com que os dados são transmitidos através da rede.

Moura et al (1986) definem a organização básica de uma LAN através de uma quantidade de equipamentos/usuários, como computadores e impressoras, que se ligam à sub-rede¹²³ de comunicação através de uma interface. Cada interface é responsável por implementar três protocolos: Protocolo de Acesso ao Meio que vai controlar as transmissões, Protocolo de Enlace que regula a comunicação entre as interfaces e Protocolo de Acesso a Rede que especifica e policia as interações que

¹¹⁹ LANs são redes privadas circunscritas a prédios ou campus e com características próprias de tamanho, tecnologia de transmissão e topologia, segundo Tanenbaum (1997), empregando usualmente técnicas de broadcast através de um meio compartilhado. *Broadcast* é a técnica de comunicação na qual a informação transmitida por um computador de rede chega a todos os demais computadores.

¹²⁰ MANs são redes públicas ou privadas com abrangência maior que as LAN, podendo abarcar uma cidade ou vários escritórios. Para a MAN, o IEEE definiu o Padrão 802.6, também conhecido como DQDB (*Distributed Queue Dual Bus* – barramento duplo de fila distribuída) onde dois barramentos paralelos unidirecionais colocam em paralelo todas as estações, em Tanenbaum (1997).

¹²¹ WANs, também denominadas Redes Geograficamente Distribuídas, são redes públicas ou privadas com abrangência muito grande e que adotam técnicas de chaveamento (ou roteamento). São formadas de vários segmentos LANs interconectados por sub-redes. Uma sub-rede é um conjunto de roteadores que serve de infraestrutura de comunicação. As sub-redes não contêm *hosts*.

¹²² Topologias encontradas na literatura: malha, barramento, anel, estrela e mista.

¹²³ Para Tarouco (1986) uma sub-rede é uma abstração de um conjunto de equipamentos e meios físicos que formam um todo autônomo e que pode ser usado para interconectar outros sistemas reais para fins de comunicação. Exemplos de sub-redes reais incluem: as redes públicas de comunicação de dados, redes particulares, redes locais ou um conjunto destas com *gateways* formando em si uma sub-rede.

ocorrem entre a interface e o correspondente equipamento/usuário.

Com o surgimento da fibra óptica, as LANs puderam aumentar seu alcance e a taxa de transmissão de dados, a exemplo do padrão FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*)¹²⁴. Posteriormente, para aproveitar o protocolo do FDDI e o cobre já instalado, foi implementada sobre par trançado a arquitetura CDDI (*Copper Distributed Data Interface*)¹²⁵, segundo Cisco (2003a).

Num ambiente globalizado, com empresas tendo suas filiais espalhadas por vários estados ou países, as LANs são soluções limitadas. À medida que as empresas crescem, aumenta a necessidade de comunicação e o fluxo de informações, provocando um crescimento também nas redes de dados, surgindo as MAN ou as WAN. O aumento da rede requer alguns cuidados, visto que ela tem suas limitações. Existem técnicas e equipamentos que são adicionados à rede de forma a permitir sua expansão sem perda do desempenho, por exemplo os Repetidores, Pontes, Roteadores, *Brouters* e *Gateways*¹²⁶.

No caso das WAN, elas basicamente são constituídas por LAN conectadas entre si. Estas conexões podem ser: redes de comutação de circuito, rede de comutação de pacotes, cabos de fibra óptica, microondas, satélites ou sistemas coaxiais das televisões a cabo. De um modo geral as interligações são caras e complexas, fazendo com que as empresas procurem os fornecedores de serviço de comunicação, sejam eles operadoras de longa distância ou locais.

¹²⁴ FDDI é uma LAN *token ring* de fibra óptica de alto desempenho que utiliza dois anéis de fibra para transportar dados.

¹²⁵ CDDI fornece uma taxa de 100Mbps sobre uma arquitetura redundante de duplo anel. O CDDI padrão é chamado *Twisted-Pair Physical Medium Dependent* (TP-PMD) ou também *Twisted-Pair Distributed Data Interface* (TP-DDI). Cisco (2003).

¹²⁶ Repetidores - Os sinais ao percorrer os cabos sofrem atenuação proporcional ao comprimento do cabo. Os Repetidores simplesmente regeneram o sinal atenuado e repassam-no ao segmento seguinte da rede. Apesar deles não poderem conectar LANs com arquiteturas diferentes (*Ethernet* com *Token Ring*), podem mover pacotes de um meio físico para outro (de um cabo coaxial para fibra óptica). Os repetidores atuam na camada física do modelo OSI.

Pontes - As pontes tem todos os recursos dos repetidores, servindo para expandir a rede e ligando meios físicos diferentes (cabo coaxial e par trançado), ou ligando segmentos de redes diferentes como *Ethernet* e *Token Ring* entre si. Se as pontes sabem o destino endereçam para ele, se não sabem mandam para todos. As pontes atuam na camada de enlace do modelo OSI.

Roteadores - Fazem a inter-ligação entre redes. São capazes de determinar o melhor caminho e filtrar o tráfego de difusão. Funcionam na camada de rede do modelo OSI, isto significa que eles podem comutar e rotear pacotes através de várias redes.

Brouters - é uma combinação de pontes (*bridgy*) e roteadores (*router*). Podem rotear protocolos roteáveis e servir de pontes entre protocolos não roteáveis.

Gateways - são equipamentos que podem mudar o formato da mensagem, deixando-a de acordo com o programa aplicativo destino. Os *gateways* interligam sistemas com diferentes protocolos de comunicação, estrutura de formação de dados, linguagem e arquiteturas. Eles interconectam redes heterogêneas (Windows NT Server com SNA da IBM). Os *gateways* operam na camada de aplicação do modelo OSI.

4.3.1 Comutação por Circuito e Comutação por Pacotes

Uma rede de comunicação deve permitir que vários usuários troquem informações entre si simultaneamente. Como estabelecer comunicação individual dedicada aos pares é economicamente inviável, a solução foi compartilhar as conexões físicas entre os vários usuários, dando origem às técnicas de comutação aplicadas a comunicação de dados.

As Redes de Comunicação podem ser classificadas de acordo com o roteamento que realizam quando da transmissão de dados. Segundo Soares, Lemos e Colcher (1995), as principais formas de comutação são: comutação de circuitos e comutação de pacotes.

Numa **Rede de Comutação por Circuito**, um caminho dedicado é estabelecido entre a origem e o destino, antes da transferência de dados. O caminho dedicado é representado como sendo um percurso físico exclusivamente alocado para aquela conexão. O percurso pode ser por metálico em cabos, uma banda de frequência (FDM), ou uma parcela de tempo (TDM) dedicado. Depois que o caminho é estabelecido, as mensagens podem trafegar na forma de um fluxo constante de dados, visto que não é necessário intercalar as mensagens com informações de controle de endereço, conforme Soares, Lemos e Colcher (1995) e Comer (1995).

Segundo Black (1989), nos anos 60 e 70, a comutação de mensagem era o método mais difundido para tráfego da comunicação de dados. O encaminhamento das mensagens era feito por um computador especializado (*switch* ou *router*) que recebia o tráfego dos terminais e dos computadores através de linhas discadas ou dedicadas. As mensagens eram temporariamente armazenadas em unidades de disco nos *switches*, para depois serem retransmitidas¹²⁷. Uma vez que os dados são armazenados, o tráfego não ocorria em tempo real. Embora servisse bem para a transmissão de dados, apresentava algumas deficiências: falhas no switch comprometiam toda a rede, o switch poderia se tornar um gargalo na rede e as linhas de comunicação usadas para transmissão de mensagens eram ineficientes. Por causa destes fatores, nos anos 70 a indústria começou a propor diferentes estruturas para comutação de comunicação de dados. Surgiram as redes comutadas

¹²⁷ Esta técnica é chamada *store-and-forward*.

por pacotes¹²⁸, que, na opinião de Schwartz (1988), tiveram seu desenvolvimento acelerado devido aos serviços time-sharing, às arquiteturas proprietárias e ao trabalho da ARPA.

Nas **Redes de Comutação por Pacote**¹²⁹, não é estabelecido um caminho dedicado para a transmissão dos dados. A mensagem a ser transmitida é fragmentada e a cada pedaço são anexadas informações de endereçamento necessárias ao roteamento do pacote. Assim cada pacote pode trafegar individualmente pela rede. Os pacotes são re-agrupados no destino para a reconstrução da mensagem.

As redes de pacotes podem ser do tipo orientadas a conexão (circuito virtual) ou não orientadas a conexões (datagrama). As redes orientadas a conexão definem o caminho de roteamento antes de iniciar a comunicação. A única informação de endereçamento que precisa ser associada ao pacote é o identificador de circuitos virtuais. Os nós utilizam as informações de endereçamento para decidir quanto ao roteamento da mensagem. Nas redes não orientadas a conexão nenhum caminho é especificado antes do início da comunicação. Cada nó decide para onde enviar cada pacote com base nos dados de endereçamento inseridos no pacote. Como consequência imediata, a seqüência dos pacotes que chegam ao destino não é necessariamente a seqüência dos pacotes gerados na origem.

4.3.2 Uso da Rede de Telecomunicações

O baixo custo dos computadores pessoais e das *workstations*, a alta capacidade de processamento destes equipamentos e o desenvolvimento do modelo cliente-servidor, dentre outros fatores, permitiram o surgimento e evolução das LANs. De um modo geral estas redes são construídas com cabeamento interno e apresentam alta velocidade de transmissão, baixo tempo de resposta e capacidade de transferir grande quantidade de dados.

A conexão entre equipamentos da rede que estavam muito distantes entre si ou entre LAN levou ao surgimento de redes, com amplas áreas de abrangências, denominadas WANs. Obrigatoriamente as WANs tiveram que usar a estrutura de

¹²⁸ Este nome deve-se ao fato de que os dados são divididos em pequenos pedaços chamados de pacotes.

¹²⁹ Os comutadores, os circuitos e as rotas não são fixos em uma transmissão de dados por rede de pacotes, desta forma eles são representados por uma nuvem sugerindo constante mudança ou que não existe um conjunto padrão de circuitos.

transmissão existente e de propriedade das operadoras de telefonia.

Visto que as redes telefônicas foram projetadas para transmissão de voz, elas não eram o meio ideal para o tráfego de dados. Em função desta característica, uma série de produtos e tecnologias vem continuamente sendo aperfeiçoados de modo a melhorar a transmissão de dados sobre as linhas telefônicas.

Com este enfoque, as operadoras estão constantemente oferecendo produtos /serviço para formação de redes, cujo nome em geral identifica a tecnologia ou protocolo que a suporta. Tais serviços são genericamente chamados de redes públicas de comunicação de dados. Nos itens de 4.3.2.1 a 4.3.2.4 são descritos quatro serviços usados para formação de redes.

4.3.2.1 Serviço de Linha Dedicada Digital - SLDD

O SLDD é um serviço de transmissão de dados através de circuitos privativos. A Figura 4.3 mostra o esquema de uma rede que usa o SLDD para interligar as redes A com B e A com C. Neste tipo de serviço os recursos que interligam duas quaisquer redes não são compartilhados pelas demais redes.

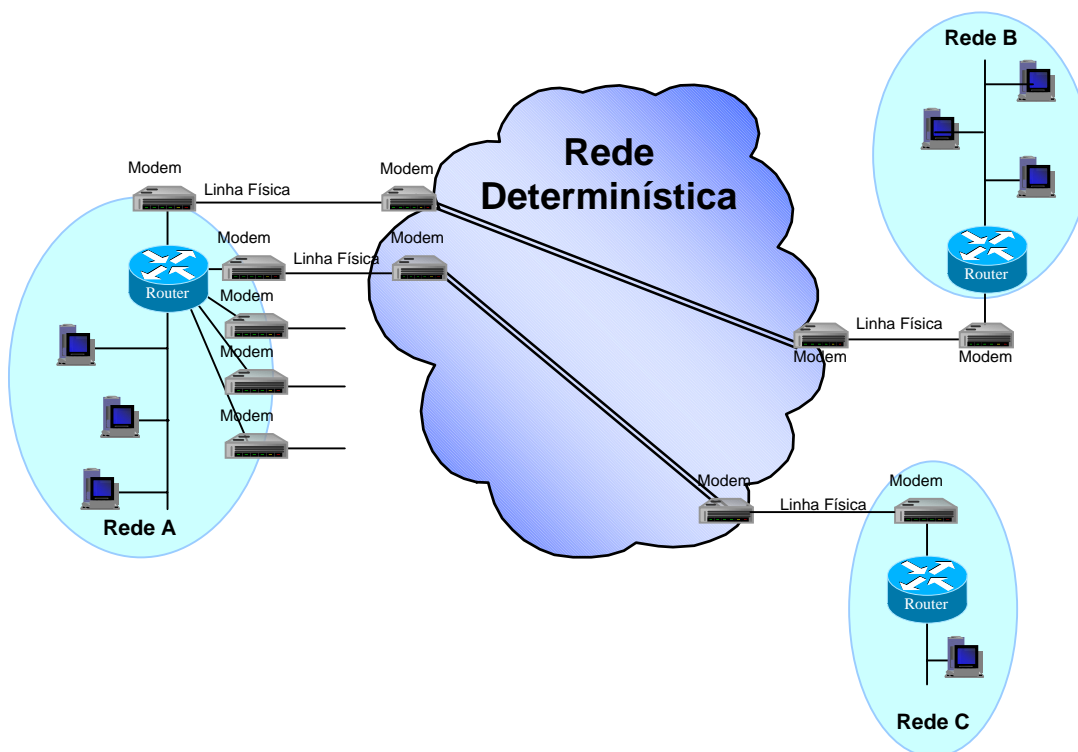


Figura 4.3: Esquema de uso do SLDD.

O serviço SLDD tem desempenho constante e previsível, é transparente a

protocolo e possui retardo e praticamente nulo. Isto o torna favorável para atender aplicações muito sensíveis a retardo e com protocolo definido pelo cliente.

No jargão das telecomunicações o SLDD compõe uma rede determinística¹³⁰. Os acessos e os meios físicos que fazem a conexão entre dois pontos ficam a eles dedicados mesmo que não venham a ser utilizados. Isto significa, mesmo que as redes A e B não estabeleçam nenhuma comunicação, os modems e os meios físicos que interligam estas duas redes ficam dedicados a elas, não podem ser utilizados por outra rede.

Clientes potenciais para este produto são as empresas com LAN e com interligação de PABX, a exemplo das grandes lojas e fabricantes de bens de consumo (lojas de departamentos, livrarias, farmácias, redes de supermercados, etc); provedores de serviços e provedores de informática, para oferecer informações através de terminais remotos, compartilhamento de banco de dados, etc. (universidade, agência de viagem, empresa de segurança, hospitais, rádio, provedores de Internet, empresas de telecomunicações, etc).

4.3.2.2 Rede de Pacotes X.25

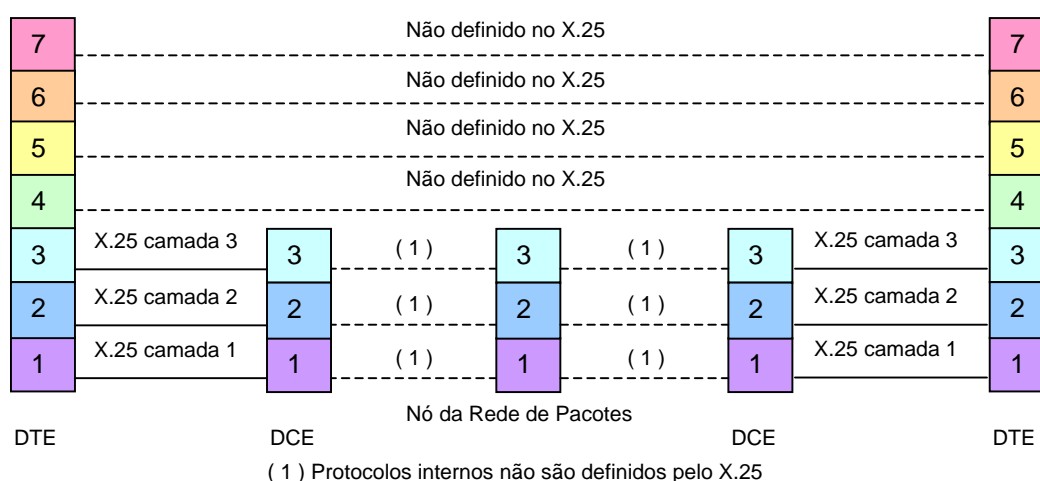
Segundo Doll (1978), várias organizações através do mundo implementaram redes inteligentes baseadas na técnica de transmissão de comutação por pacote. Em 1974 o CCITT, com o intuito de prevenir o desenvolvimento de interfaces incompatíveis, propôs uma série de padrões para redes públicas comutadas por pacotes, particularmente para as camadas 1, 2 e 3 do modelo OSI. O conjunto destes padrões é conhecido como Recomendação X.25, conforme Tanenbaum (1989). Segundo o mesmo autor, X.25 define a interface entre o *host* (equipamento do usuário, como microcomputador, impressora, terminal de vídeo, etc), chamado DTE e o equipamento da operadora (modem), DCE, conforme Alves (1994). Segundo o mesmo autor, o protocolo X.25 foi definido pelo CCITT como interface padrão entre DCE para redes de dados comutadas por pacotes. Ele usa as três primeiras camadas do modelo OSI: Camada Física para a conectividade física e elétrica dos equipamentos dos usuários ou entre nós da rede, Camada de Enlace

¹³⁰ Em contraste a rede determinística, existe a rede estatística ou probabilística, também no jargão das telecomunicações. A rede estatística permite que os acessos e meios físicos não fiquem dedicados a pontos exclusivos do sistema. Isto confere uma melhor utilização dos meios de transmissão.

para assegurar a integridade dos que fluem pela camada física e Camada de Rede para que os dados cheguem ao destino de forma correta e ordenada.

Na época em que o protocolo X.25 foi criado (1972 e estabilizado em 1975) a comunicação de dados estava em sua fase inicial com poucos produtos implementados e os padrões começavam a se estabelecer. Havia pouca confiabilidade nos meios de transmissão, o que obrigava a implementação de controles de fluxo nos níveis de enlace e rede, ocasionando alto 'overhead' do protocolo, maior processamento nos equipamentos de comutação e dos usuários da rede. Desta forma um dado recebido era armazenado para processamento ou possível retransmissão.

Na Figura 4.4 pode ser visto que nas camadas de 4 para cima não há definição no protocolo X.25.



Fonte: adaptado de Tanenbaum (1989, p. 351).

Figura 4.4: X.25 na hierarquia de protocolos OSI da ISO.

Existem dois tipos de conexões definidas no X.25: Conexão Virtual Permanente (PVC) e Virtual Connections (VC). A primeira conexão funciona como uma linha alugada e permanentemente ligada. A segunda é análoga a uma chamada telefônica: estabelece a conexão, transfere os dados e a conexão é desfeita.

A Figura 4.5 mostra o esquema de uma rede que usa o serviço X.25, interligando as redes A, B e C.

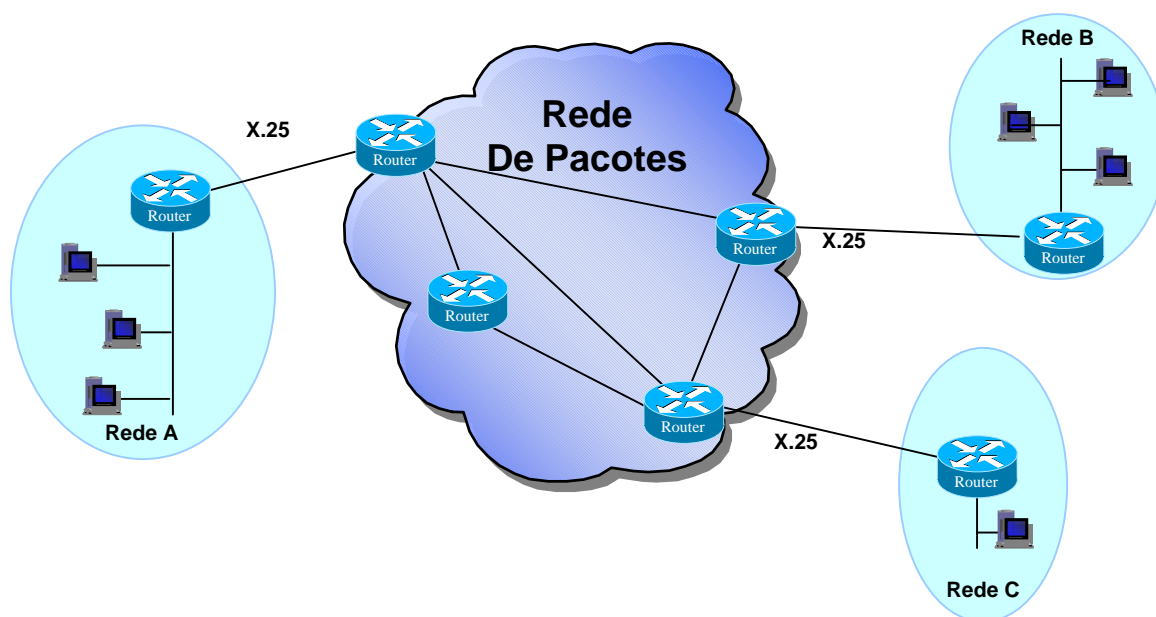


Figura 4.5: Esquema de uso do X.25.

A Rede X.25 foi uma das primeiras redes de comunicação de dados públicas oferecidas por diversos países, inclusive o Brasil. Desenvolvida durante os anos 70 pelo CCITT (hoje ITU-T), oferece serviço de comutação de pacotes, usa protocolo X.25 orientado a conexão, suportando a definição de circuitos virtuais comutados e circuitos virtuais permanentes. No Brasil foi batizada de Rede Nacional de Comunicação de Dados por Comutação de Pacote (RENPAc). Segundo Silveira (1991), ela permite a comunicação de dados entre dois usuários ou assinantes nas modalidades:

Dedicado – o equipamento terminal de dados ETD é ligado diretamente a RENPAc por circuitos dedicados (Transdata);

Comutado – o equipamento terminal de dados é ligado a RENPAc via rede pública de telefonia ou telex (acesso discado).

4.3.2.3 *Frame Relay - FR*

Os avanços da indústria da computação, disponibilizando computadores pessoais e *workstations* praticamente em toda mesa de escritório, trouxeram facilidades a seus usuários, como por exemplo: telas gráficas, correio eletrônico, acesso remoto a arquivos, arquivos multimídia, aplicações cliente/servidor e redes

interligadas por computadores. Estas facilidades alteraram o perfil¹³¹ do tráfego nas redes e provocaram um aumento nas taxas de transmissão entre LANs de modo que a tecnologia X.25 tornou-se inadequada. Aliado a estes fatores, a disponibilidade de meios de transmissão digitais mais confiáveis, permitindo maior velocidade, e a existência de mais inteligência nas estações terminais auxiliaram no aparecimento da tecnologia *Frame Relay* capaz de suportar estes novos requisitos de tráfego sobre a rede, segundo Promon e Treinar (2000).

O *Frame Relay* foi primeiramente proposto pelo CCITT no final dos anos 80. O padrão descrito nas suas recomendações, bem como nas do ANSI, definem o sinal e a camada de enlace do modelo OSI, na interface entre o equipamento do usuário e a rede, conforme Lundfall (1992). Para o mesmo autor, o padrão FR define ainda um serviço simplificado de comutação de pacote, que satisfaz a necessidade para um simples protocolo de transmissão de dados, voltado para alta velocidade e que requeira um mínimo de funções de correção de erro e controle de fluxo.

Para Zacker e Doyle (2000) o *Frame Relay* é um protocolo de conexão de longa distância tornando-se uma maneira de acessar a rede e não uma tipo de rede em si, como definido no *The Basic Guide to Frame Relay Networking*¹³². O FR tem a característica de formar pacotes de tamanho variado (quadros) e a capacidade de transmitir mais dados do que a largura de banda da conexão consegue realmente fazê-lo.

Segundo Promon e Treinar (2000), o *Frame Relay* é um protocolo de acesso que opera entre equipamentos de usuário final (*bridge* ou *router* de uma LAN) sendo que a própria rede pode utilizar qualquer método de transmissão que seja compatível com a velocidade e eficiência do protocolo FR, por exemplo, o próprio FR, circuitos digitais comutados ou protocolo Cell Relay de redes ATM. O FR combina as características de multiplexação estatística¹³³ de tráfego multiprotocolar, com as características de altas velocidades e baixos atrasos da comutação de circuitos, além de estar dotado de mecanismo de controle de volume de informações transmitido através da rede.

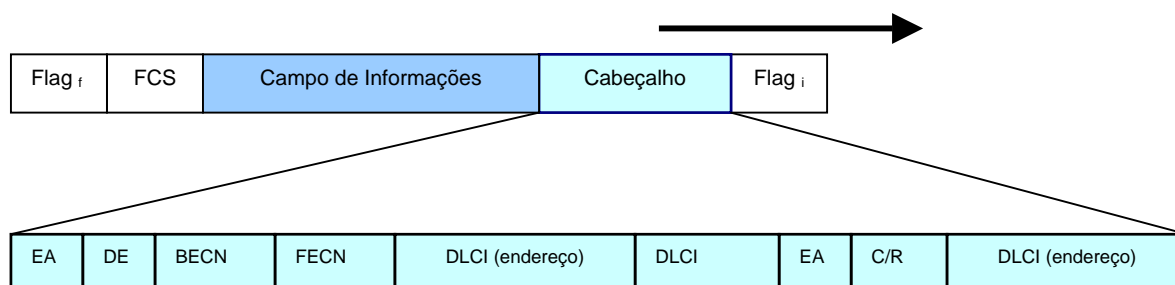
Originado nas redes digitais de serviço integrado em banda larga (RDSI-FL),

¹³¹ O atual perfil típico do tráfego entre LANs é representado por rajadas de dados (*burst*).

¹³² É comum encontrar na literatura o termo 'rede *Frame Relay*' para designar uma rede que usa o protocolo FR (Soares, Lemos e Colcher (1995, p.512).

¹³³ Multiplexação estatística (*statistical multiplexing* ou *stat muxing*) é a alocação de largura de banda de acordo com a demanda, pacote por pacote, conforme Zacker e Doyle (2000 p.113).

o *Frame Relay* é um protocolo de transmissão de quadros, onde cada quadro contém o endereço de destino da informação. A Figura 4.6 mostra o formato do *frame* e seus campos são descritos no Quadro 4.1. A seta indica a direção de deslocamento do pacote.



Fonte: adaptado de Promon e Treinar (2000 p.2-72).

Figura 4.6: Formato do *frame*.

O Quadro 4.1 descreve os campos do *frame* identificados na Figura 4.6, com exceção do campo de informações.

Quadro 4.1: Descrição dos campos do *frame*.

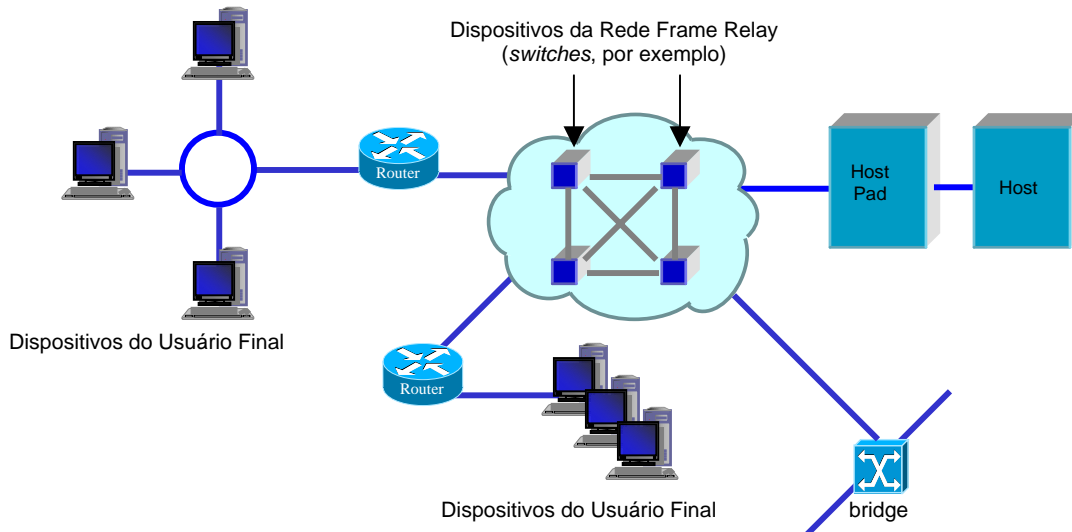
Campo	Descrição
FLAG	Tem a função de sincronização do quadro, indicando seu início (Flag _i) e fim (Flag _f)
DLCI (Data Link Connection Identifier)	Contem o número de circuito virtual nível enlace que corresponde a um ETD conectado a uma porta da rede
C/R (Command/Response)	Normalmente não é utilizado
EA (Extension Address)	Indica o tamanho do campo endereço
FECN (Forward Explicit Congestion Notification)	Notifica congestionamento para frentes
BECN (Backward Explicit Congestion Notification)	Notifica congestionamento para trás
DE (Discard Eligibility)	Indica uma prioridade de descarte em caso de congestionamento
FCS (<i>Frame Check Sequence</i>)	Seqüência de verificação do <i>Frame</i>

Fonte: adaptado de Promon e Treinar (2000 p.2-73 a 2-76).

Segundo o *The Basic Guide to Frame Relay Networking* uma rede *Frame Relay* é composta de terminais (PC, servidores ou computadores *host*), equipamentos de acesso ao *Frame Relay* (*bridges*, *routers*, *hosts*, dispositivos de acesso ao *Frame Relay*) e dispositivos da rede (*switches*, roteadores de rede, multiplexadores T1/E1). O trabalho do dispositivo da rede é comutar ou rotear o *frame* através da rede para dispositivo de usuário de destino.

A rede FR é geralmente descrita como uma nuvem, porque não se trata de uma simples conexão física entre dois terminais (ponto a ponto). Trata-se de um caminho lógico, chamado circuito virtual, que é definido dentro da rede. A Figura 4.7

ilustra o esquema de uma rede *Frame Relay*.



Fonte: adaptado de 'The Basic Guide to Frame Relay Networking', p.9.

Figura 4.7: Esquema de uma rede *Frame Relay*.

Na Figura 4.7, os PADs (*Packet Assembler/Disassembler*) são dispositivos cuja função é empacotar e desempacotar dados. São também chamados de conversores de protocolos. Recebem os caracteres originados em um terminal start-stop e formam um pacote para transmissão através da rede.

Segundo Promon e Treinar (2000), a tecnologia FR está baseada no conceito de utilização de circuitos virtuais (VC) que são caminhos de dados full-duplex¹³⁴ definidos por software entre duas portas e agem como linhas privadas na rede. Estes circuitos podem ser permanentes, identificados como CVP (*Circuitos Virtuais Permanentes* ou PVC – *Permanent Virtual Circuits*) ou comutados (SVC – *Switched Virtual Circuits*). Através de um sistema de gerência de rede, um operador de rede pode estabelecer um PVC, tanto em uma rede pública quanto em uma rede privada. Os PVC funcionam como circuitos ponto a ponto dedicados, caracterizando um caminho fixo. No caso das SVC, sua implementação na rede é mais complexa, porém é transparente ao usuário final. O estabelecimento de uma chamada é comparável ao uso do telefone normal. É especificado um endereço de destino como a um número de telefone.

Na rede *Frame Relay* os nós de comutação FR realizam o encaminhamento

¹³⁴ Full-duplex quando sobre um mesmo meio físico a comunicação se faz nos dois sentidos, de A para B e de B para A, simultaneamente.

dos quadros de acordo com o número do circuito virtual que está indicado no cabeçalho do quadro no campo DLCI.

Quando o quadro chega a um nó intermediário este assume uma das três situações:

- verifica a integridade do quadro através do FCS, se houver erro, descarta o quadro;
- busca o DLCI indicado no quadro na sua tabela de rotas, se não estiver, descarta o quadro; e
- encaminha o quadro para o tronco de saída especificado na sua tabela.

O comportamento do *Frame Relay* baseia-se numa regra simples 'se houver algum erro descarta o quadro, não havendo solicitação de retransmissão'.

O controle do tráfego no FR é feito através de três parâmetros:

- PIR (*Peak Information Rate*) taxa de transmissão máxima no PVC;
- CIR (*Committed Information Rate*) taxa de transmissão mínima garantida; e
- EIR (*Excess Information Rate*) excesso máximo admitido.

Através dos parâmetros CIR e EIR é possível estabelecer:

- garantia da rede de que todo o tráfego enviado pelo usuário e que esteja abaixo do CIR contratado não será descartado;
- que o tráfego acima do excesso máximo permitido será imediatamente descartado; e
- que o tráfego que excede o CIR, mas não excede o EIR poderá ser aceito pela rede, desde que haja recursos disponíveis na rede.

Frame Relay é utilizado em aplicações com necessidades do tipo: baixo atraso (*delay*), elevada vazão, tráfego de rajadas, conexões interativas com nós remotos, correio eletrônico, aplicações cliente-servidor. Podem ser agregadas as seguintes características:

- interligação de LAN, para comunicação local ou de longa distância;
- criação de *backbone*, para integração de vários pontos de tráfego de dados e voz, especialmente na comunicação interurbana;
- interligação de CPUs de dois ou mais *hosts* localizados em distância superior ao grau D2;
- interligação de PABX (*Tie-line*) para grande demanda de tráfego de voz;
- centralização de *Call Center*, para atendimento de provedores de informação; e

- acesso a internet.

Com este perfil, são clientes potenciais para uso de FR:

- companhias de processamento de dados estaduais, federais e provedores, para utilizar este serviço na comercialização de outros serviços relacionados a telecomunicações;
- bancos para utilizar este serviço como apoio à prestação dos seus serviços; e
- pequenas, médias e grandes empresas, como apoio à prestação de seus serviços e/ou para interligar suas redes locais.

4.3.2.4 Internet Protocol - IP

Segundo Promon e Treinar (2000), o serviço IP basicamente provê acesso a Internet com direito a uso de uma faixa fixa e válida de endereço IP, para acesso a Internet mundial, e possibilidade de interconexão a redes locais (LAN), através do protocolo TCP/IP, utilizando as redes de comunicação de dados das operadoras. Para tanto, as operadoras dispõem de grandes vias de transporte de dados com tecnologia ATM, FR ou IP. O serviço IP proporciona a formação de redes virtuais privadas (VPN – *Virtual Private Network*), de acordo com as necessidades de comunicação de dados requerida pelo cliente. Estas VPNs vão formar a Intranet quando estão no âmbito de uma corporação e a Extranet quando atingem um grupo de corporações. A utilização de VPN é exemplificada no item '5.5 Segurança' e ilustrado na Figura 5.4.

As VPNs são criadas através da tecnologia de tunelamento na qual é estabelecida uma associação temporária ou permanente entre dois *gateway* de tunelamento cujo objetivo é estabelecer um determinado nível de segurança à comunicação que ocorre em uma rede insegura (a exemplo da rede IP). O tunelamento fornece um meio para encapsular pacotes dentro de um protocolo roteável via interfaces virtuais.

Segundo IEC¹³⁵ as duas principais preocupações quando do desenvolvimento da VPN sobre a Internet foram a segurança e a performance. O TCP/IP e a Internet não foram desenvolvidos tendo em mente estes dois fatores, visto que o número de

¹³⁵ O IEC (International Engineering Consortium) disponibiliza vários artigos técnicos, porém sem autoria e sem data.

usuários e os tipos de aplicações originalmente não requeriam medidas de segurança e garantia de performance.

Conforme Alcatel (2002), a globalização dos negócios apoiada na onipresença da Internet, a evolução rápida da tecnologia de redes unida a falta de pessoal especializado e a necessidade de uso eficiente da banda e recurso da rede têm levado as operadoras a uma crescente oferta de VPN. Com isto está ocorrendo uma migração do tráfego empresarial das redes privadas para as redes públicas, com a finalidade de reduzir a complexidade operacional e aumentar o contato entre clientes, sócios e empregados.

As VPN são também usadas para estabelecimento de acessos remotos. Normalmente, uma sessão de acesso remoto tem início discando-se para um determinado número, utilizando desta forma a rede pública de telefonia. Esta conexão pode ser através de cabos, linhas digitais ou da tecnologia celular. Nesta situação, o acesso remoto é a base para a evolução do escritório de casa, dentre outras aplicações.

4.3.2.5 Asynchronous Transfer Mode - ATM

Segundo Promon e Treinar (2000), o serviço ATM é uma solução de interconexão entre redes que permite a integração de tráfego de dados, voz e imagem podendo suportar aplicações como: telemedicina, videoconferência, treinamento e ensino a distância, interligação WANs, MANs e LANs.

Baseado na tecnologia de mesmo nome, descrita no item 3.3.2.2, o serviço ATM utiliza o conceito de transmissão por células de tamanho fixo e é composto por acessos físicos (Circuitos de Acesso) sobre os quais são programados um ou mais Circuitos Virtuais Permanentes (CVP). A cada CVP são associadas características de transmissão específicas como: taxa constante de transmissão e taxa de transmissão disponível, por exemplo, capazes de atender os requisitos dos usuários.

4.4 COMUNICAÇÃO DE DADOS NO BRASIL

Segundo Oliveira (1986), em 1976 foi implantado o serviço de comunicação de dados pela Embratel, numa conexão experimental Rio de Janeiro – São Paulo.

Tratava-se de um link síncrono de 64kbps que foi desativado em 1982. Em 1980, foi implantada a rede TRANSDATA, oferecendo canais dedicados ponto a ponto. Ribeiro e Barradas (1980), complementam que a rede TRANSDATA era totalmente síncrona, não comutada, destinada unicamente para transmissão de dados, usando tecnologia TDM e servindo inicialmente 30 cidades. Era organizada hierarquicamente em função de Centros de Transmissão e Centros Remotos.

Segundo Tarouco (1979), naquela época cabia à Embratel, por determinação legal, a concessão do atendimento do serviço de comunicação de dados no Brasil, podendo, para explorá-lo, utilizar meios próprios ou das empresas operadoras de telefonia pública. Em 1979, a portaria n.109 de 25 de janeiro de 1979 aprovou a norma 01/79 que regulava a exploração e utilização do Serviço de Comunicação de Dados no país. Ela oferecia a possibilidade dos usuários transmitirem seus dados utilizando a rede telefônica discada. Segundo Correa, Thiago e Silva (1991), quatro anos mais tarde, pela portaria número 525 do Ministério das Comunicações, a prestação do serviço de comunicação de dados estendeu-se as demais empresas do Sistema Telebrás. Na época, o principal serviço oferecido chamava-se Serviço Especializado de Comunicação de Dados, que se limitava à locação de um circuito para interligação ponto-a-ponto de equipamentos de processamento de dados.

O serviço era oferecido através de modems instalados em LPCD. A disponibilidade de linhas tornava a oferta do serviço um gargalo. Um alívio ocorreu com a utilização do MODEM-MUX que permitia a transmissão de até quatro circuitos simultâneos, em Prática Telebrás 225.540.711.

Segundo Oliveira (1986), a RENPAC (Rede Nacional de Comutação de Pacotes) entrou em operação experimental no final de 1984. Ela utiliza circuitos virtuais para a comunicação entre os assinantes. Estes circuitos são estabelecidos pelo primeiro pacote e mantidos durante a transmissão dos demais pacotes até a finalização da comunicação quando o circuito é desfeito. Neste tipo de rede os pacotes são entregues na ordem de emissão.

Segundo Alves (1994), a estrutura da RENPAC é basicamente composta de centros de comutação (nós) centros de concentração (concentradores) e um centro de supervisão e controle que coleta as informações referentes às condições de operação dos nós e concentradores. Ainda atualmente a Renpac aparece como solução de formação de rede no portfólio da Embratel.

Visto que a Embratel não possui a capilaridade necessária para atingir todos

os clientes, as operadoras de telefonia pública passaram a oferecer serviços de dados em seus Estados. Tomando como exemplo a operadora de telefonia do Estado de Santa Catarina, em seu portfólio de produtos e serviços para comunicação de dados de 1995 eram oferecidos os serviços:

- TRANSPAC com acesso dedicado ou discado – utilizava técnica de comutação de pacotes. Era indicado para acessar remotamente informações a partir de terminais ou microcomputadores, transmitir arquivos ou integrar redes locais. Quando utilizava acesso dedicado este era provido pela empresa operadora. Quando adotava acesso telefônico (discado) através da rede de telefonia pública a responsabilidade era do cliente;
- TRANSDADOS especializado ou não especializado – era o serviço dedicado de comunicação de dados. Na classificação serviços especializados, os modems e a manutenção eram de responsabilidade da operadora. Quando não especializados os modems eram de responsabilidade do cliente;
- DATAFONE64 – era o serviço de comunicação de dados que aproveitava as rotas digitais e as centrais telefônicas digitais, configurando uma alternativa para aplicações que exigissem transparência da rede e/ou aplicações que envolvessem o transporte de dados, imagens e voz. Era também indicada para a interconexão de redes locais, transferência de arquivos e videoconferência ou mesmo como contingência de serviços dedicados de comunicação de dados.

Estes serviços evoluíram de modo que atualmente as operadoras oferecem novos serviços para atendimento ao cliente.

4.5 PRODUTOS/SERVIÇOS OFERECIDOS PELAS OPERADORAS

Diante do mercado de comunicação de dados e da concorrência entre as operadoras é comum encontrar nos sites das mesmas o portfólio de produtos e serviços para atendimento dos clientes de dados.

A Brasil Telecom S.A. (www.brasiltelecom.com.br), oferece como soluções de redes corporativas para o mercado empresarial: SLDD, InterLAN, *Frame Relay*,

Flexrápido e DialNet. Para gerenciamento de redes oferta: serviços PLUS. Para conectividade à Internet: Turbo empresa, IP dedicado e acesso 2Mbps, conforme pode ser visto na Figura 4.8.



Figura 4.8: Site oferecendo produtos e serviços para transmissão de dados.

No site da Telemar (www.telemar.com.br), encontram-se soluções para integração de filiais: TC Data; TC Frame Way e TC PAC.

No da Telefônica (www.telefonica.com.br) são oferecidas opções para soluções de dados: Linha Privativa de Comunicação de Dados – SLDD; Solução Completa X.25; *Frame Relay*; *Frame Relay* – solução com roteador; Datavoz e Rede IP.

No da Embratel (www.embratel.com.br) são oferecidos produtos para formação de redes: ATMNet, IP VPN, Rempac, por exemplo.

Soluções semelhantes podem ser encontradas também nas operadoras europeias e americanas, como British Telecom (BT), France Telecom, Deutch Telecom, Argentina Telecom, Chile Telecom e México Telecom, por exemplo.

4.6 CONCLUSÃO

Com o advento da computação, da formação de redes e, mais recentemente, da Internet, o comportamento da sociedade tem modificado e novos paradigmas sociais vão aos poucos se impondo nos meios políticos e sociais.

Esta mudança comportamental tem por sua vez influenciado o uso das redes de telefonia públicas, no sentido de solicitar mais agilidade e dinamismo por parte das operadoras.

Como consequência há uma revitalização tanto na indústria de informática quanto na de telecomunicações, no sentido de atender a demanda solicitada.

A ‘simbiose’ destas duas indústrias tem provocado o surgimento de uma forma revolucionária de comunicação através de uma nova geração de redes.

O avanço na informática tem gerado um mercado que necessita de maior largura de banda e maior versatilidade na oferta de produtos, por parte das operadoras. Estimativas de órgãos de pesquisa têm prognosticado um aumento significativo no tráfego de dados com relação ao de voz, com a superação daquele sobre este, nos próximos anos.

Não bastassem estes fatores, a competitividade que se instaurou no setor das telecomunicações tem levado as operadoras a constantes avaliações de seus produtos/serviços disponíveis no mercado. Produtos para formação de redes, produtos para acesso a Internet e tantos outros fazem parte do portfólio das empresas de telecomunicações.

Prospectar o mercado de dados a procura de novos usuários para aumentar a base de clientes e crescer a receita tem sido tarefa constante das operadoras. Faz parte de suas ações manter a atratividade do investimento em telecomunicações e bem remunerar seus acionistas.

CAPÍTULO V

CONVERGÊNCIA DE REDES

*... nos encontramos diante de uma tecnologia de integração ...
as tecnologias de integração constituem o fruto da convergência de várias delas e,
longe de produzir um passo a mais na evolução do sistema, modificam substancialmente o conjunto desse.*
Joel de Rosnay

5.1 INTRODUÇÃO

No ambiente competitivo das telecomunicações, a busca de soluções tecnológicas, capazes de reduzir custos e aumentar receitas, é uma constante. Quando surgiu a necessidade de transportar dados, as empresas operadoras disponibilizaram suas redes de voz, aproveitando um investimento já realizado e economizando num custo desnecessário.

Apesar da rede de voz não ter sido construída para o transporte de dados, ela suportou a demanda de dados até ocorrerem os congestionamentos e a exigência por maiores velocidades de transmissão. Como solução, as operadoras optaram por implantar uma rede dedicada à transmissão de dados, sobrepondo à infra-estrutura existente uma tecnologia mais adequada, como a comutação por pacotes, baseada em protocolo IP. Com isto, passaram a existir duas redes, uma de voz e outra de dados, que, por sua vez, requerem investimentos, equipes de manutenção e operação e gerenciamentos distintos.

Se no passado as tendências levaram ao surgimento de redes específicas, hoje a competitividade, a evolução tecnológica, o ganho em escala e a redução de custos têm direcionado para uma convergência de redes.

Os fabricantes propõem uma rede única, denominada Rede da Próxima Geração (NGN - *Next Generation Network*) baseada na tecnologia IP, capaz de disponibilizar, para vários segmentos de mercado, acessos a diferentes tipos de serviços de telecomunicações. Com a NGN é possível transportar, em uma única rede, voz, dados e imagens.

Entretanto, segundo Oliveira (2001a), a verdadeira convergência está além da

integração de várias tecnologias. Ela deve resultar em uma única solução capaz de substituir as tecnologias convergentes e, mais importante, ser necessária para o usuário, sob pena da solução não encontrar mercado. Na opinião de Cássio Garcia, in Oliveira (2001b), os serviços convergentes deverão ter a flexibilidade das redes de pacote e a confiabilidade das redes de circuito.

Este capítulo trata da telefonia sobre IP e sua influência nas telecomunicações. Comenta alguns protocolos usados na telefonia IP, com destaque para os padrões H.323 e SIP. Aborda a qualidade de serviço, a segurança na rede IP e a migração para voz sobre IP. Fornece uma visão da NGN e das estratégias de migração para essa arquitetura. Discorre sobre a NGN no Brasil e sobre outros tipos de convergência.

5.2 TELEFONIA IP

Segundo Pataca, Magro e Mendes (2000), os avanços tecnológicos, iniciados no final da década de 1970, possibilitaram que voz, vídeo e dados fossem transportados através de uma única rede de telecomunicações baseada em protocolo IP, na camada de rede. Em 1995, ocorreu o uso comercial da telefonia IP¹³⁶ e no ano seguinte foram realizados testes entre as RTPC e IP. Atualmente, a redução no custo das ligações nacionais e internacionais tem sido a maior motivadora para uso da telefonia IP. Vainsencher e Dias (2003), citam exemplos de economia de 45% a 50%¹³⁷ com implantação de Voz sobre IP (VoIP) em substituição à telefonia convencional. Para Frost & Sullivan in Soares (2003), hoje cerca de 5% do tráfego de voz mundial é feito sobre IP, com projeção para 75% em 2007, ano com previsão de receita global em torno de US\$15,1 bilhões. Segundo pesquisa da Phillips Group in Soares (2003), há uma perspectiva para 2008 de que 90% das empresas estarão utilizando Voz sobre IP.

Neste ambiente dominado pelo IP, termos como: Voz sobre IP¹³⁸, Telefonia sobre IP¹³⁹ ou Telefonia Internet vão consolidando-se como sinônimos de avanço

¹³⁶ Era um software capaz de abrir uma conexão entre dois micros, realizada sobre uma rede IP.

¹³⁷ Economia de 50% na Avaya do Brasil empresa do ramo da telecom (fabrica PBX-IP) e 45% na Vant – empresa que provê serviços de voz sobre IP para o mercado corporativo.

¹³⁸ Voz sobre IP é a transferência de áudio através de uma rede com tecnologia IP, onde pacotes de voz e dados trafegam numa mesma rede, segundo Barella (2002).

¹³⁹ Telefonia IP trata-se de um serviço capaz de disponibilizar uma conexão IP pela qual pode transitar voz, fax, e-mail e teleconferência, conforme Barella (2002).

tecnológico no ambiente das telecomunicações.

Segundo Fonseca (1999), VoIP é uma tecnologia sustentada por padrões como H.323, que permitem a digitalização, codificação e empacotamento da voz para que ela seja transportada por qualquer rede baseada em IP. Como os pacotes podem ter percursos diferentes, VoIP torna-se uma solução estatística, diferente da comutação de circuitos, adotada na telefonia convencional, que é uma solução determinística.

Para Barella (2002), VoIP resulta numa considerável redução de custos, cujos maiores beneficiados são as empresas com filiais geograficamente espalhadas e que tenham grandes volumes de transações telefônicas. Alguns dos fatores que reduzem os custos das redes IP:

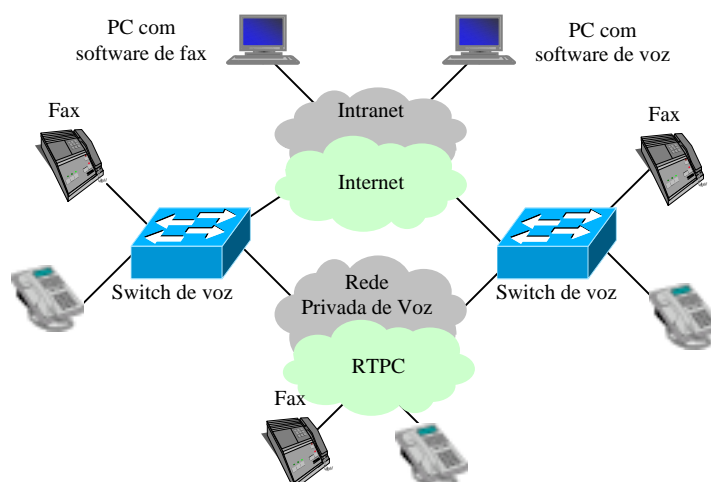
- a comutação IP é feita por software sobre dispositivos como roteadores e *switches*, enquanto que a rede pública é toda comutada por hardware;
- a rede IP não garante qualidade de serviço, pode ocorrer atraso na voz, perda de pacote e ruído na voz não previsto, enquanto que a rede pública garante diversos parâmetros de qualidade (por isto seu alto custo); e
- na rede IP há o compartilhamento do canal por várias ligações.

Em Delfino (1999), encontram-se como vantagens no uso de uma rede IP:

- compartilhamento da rede para o tráfego de voz, dados e imagens;
- unificação das redes de transporte, sinalização e gerência;
- redução dos custos de manutenção e operação;
- baixo custo do meio de transmissão, comparado com o sistema telefônico;
- possibilidade de compactação e supressão de silêncio;
- utilização da rede já instalada; e
- oferta mais rápida de novos serviços, dentre outros.

Segundo Determan (2003), para muitas operadoras, a capacidade de oferecer novas aplicações como VoIP, telefonia IP, videoconferência ou aplicações multimídia em tempo real, é a maior vantagem da rede IP e não o baixo custo que ela proporciona.

A Figura 5.1 mostra a infra-estrutura VoIP na qual se observa o uso de software de voz e fax nos PCs. Estes estão ligados a uma Intranet com acesso a Internet que através dos *switches* de voz faz a conexão com os telefones e fax diretamente.



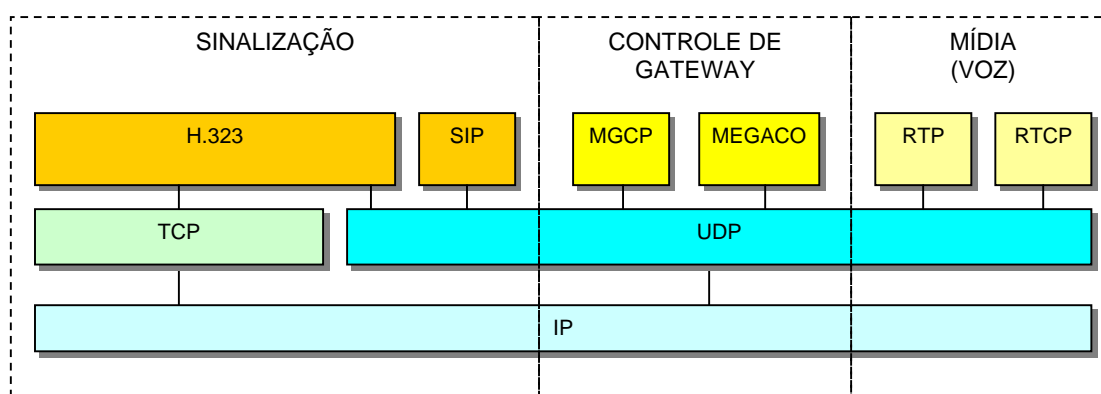
Fonte: adaptado de Telogy Network (1998, p.3).

Figura 5.1: Infra-estrutura de VoIP.

Na Figura 5.1 observa-se também que a conexão pode ser feita através de *switches* acessando a rede privada de voz com ligações com a RTPC.

5.3 PROTOCOLOS PARA VOIP

Segundo Bernal Filho (2003), o transporte de Voz sobre IP levou ao desenvolvimento de um conjunto de protocolos, voltados para a sinalização de chamadas e transporte de voz, de forma que a comunicação fosse realizada com qualidade próxima àquela oferecida pelas redes convencionais dos sistemas públicos de telefonia comutada ou de telefonia móvel.



Fonte: adaptado de Bernal Filho (2003, p.9).

Figura 5.2: Estrutura em camadas dos principais protocolos para VoIP.

Como pode ser observado na Figura 5.2, a telefonia IP utiliza os protocolos

TCP/UDP/IP da rede como infra-estrutura para os seus protocolos.

5.3.1 Sinalização

Uma chamada telefônica é composta de vários eventos, tais como localização do usuário, notificação de aceitação de chamada, início da transmissão de voz, fim da transmissão e desconexão, por exemplo. Estes eventos fazem parte dos protocolos de controle e sinalização. Até que haja uma total migração da telefonia convencional para a telefonia IP, a arquitetura de sinalização deverá suportar estes dois ambientes. Exemplos de arquiteturas de sinalização estão em 5.3.1.1 e 5.3.1.2.

5.3.1.1 Arquitetura H.323 do ITU-T

O H.323 é uma família de protocolos voltada para multimídia em redes sem qualidade de serviço (rede IP). Este protocolo foi desenvolvido no ITU utilizando várias características do protocolo H.320 das redes RDSI. Por ser o mais antigo, a maioria dos sistemas implantados e disponíveis no mercado seguem este padrão, possuindo grande penetração no mercado das redes locais. Pelo fato de ser um protocolo originado na rede de circuitos, ele é complexo, pesado, de difícil interoperabilidade e com problemas de escalabilidade em WAN, segundo Pataca, Magro e Mendes (2000). A Figura 5.3 mostra os componentes da arquitetura da rede H.323.

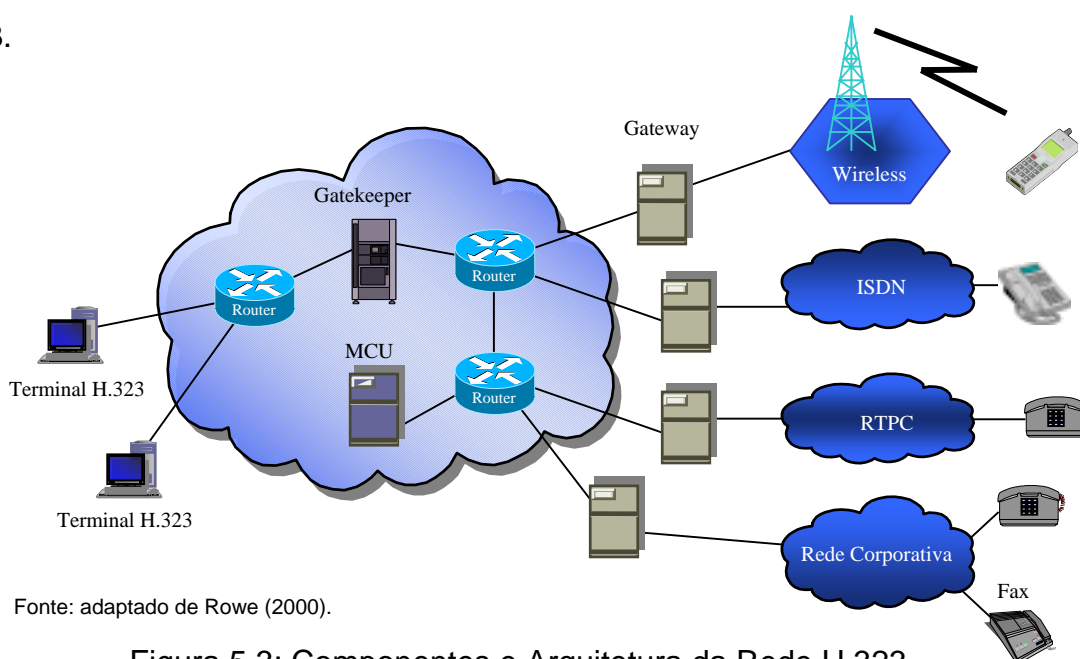


Figura 5.3: Componentes e Arquitetura da Rede H.323.

Na Figura 5.3:

- Terminal H.323 – é um computador no qual está implementado o serviço de telefonia IP. Ele atua como terminal de voz, vídeo e dados através de recursos de multimídia;
- *Gateway* H.323 – elemento que permite a interoperabilidade entre uma rede IP e outra rede do tipo: RTPC, ISDN, celulares ou redes corporativas;
- *Gatekeeper* – é um servidor de tradução, localização e admissão. Provê tradução de endereços e controle de acesso à rede H.323 para terminais, *gateway* e MCU; e
- Unidade de Controle de Multiponto (MCU) – provê facilidades para três ou mais terminais e *Gateways* participarem em uma conferência multiponto.

O padrão H.323 cobre diversos tipos de comunicação multimídia em redes locais sem garantia de QoS.

5.3.1.2 Arquitetura SIP do IETF

O SIP (*Session Initiation Protocol*) foi concebido na Universidade de Columbia e posteriormente aprovado pelo IETF como RFC 2543 em 1999. Segundo Schulzrinne and Rosenberg (1999), o SIP é usado para iniciar uma sessão entre dois usuários, apesar de não definir o tipo de sessão que é estabelecida (tanto pode ser um jogo interativo como uma vídeo/áudio conferência).

O SIP utiliza os mesmos Codecs e protocolos de transporte de mídia do H.232 e o UDP para o transporte da sinalização das chamadas. É flexível, escalável, simples e de fácil interoperabilidade. Sua principal vantagem é a total integração com a WEB.

O SIP, definido no RFC 3261, é um protocolo de sinalização do nível de aplicação usado para iniciar, modificar e terminar sessões em tempo real, entre usuários de uma rede de dados IP. Ele é capaz de suportar sessões de única mídia ou multimídia incluindo teleconferência, para Stallings (2003). Possui como funcionalidades: a localização de usuários, o estabelecimento de chamadas, o suporte a *unicast* ou *multicast*, a administração na participação de chamadas, como por exemplo transferências e conferência, e a possibilidade de participação de um usuário em terminal H.323, via *gateway* e um protocolo cliente-servidor similar ao

HTTP no tocante à sintaxe e semântica das estruturas empregadas, com campos explicitamente descritos, conforme Handley et al (1999) e Rosenberg et al (2002).

5.3.2 Controle de Gateway

Bernal Filho (2003), cita dois protocolos para controle das conexões (chamadas) nos *Gateways* que compõe o sistema VoIP.

5.3.2.1 MGCP e Megaco

O MGCP¹⁴⁰ e Megaco¹⁴¹ são protocolos nos quais a inteligência está centralizada na rede e não no cliente, segundo Pataca, Magro e Mendes (2000).

O MGCP, segundo Arango et al (1999) e Andreasen and Foster (2003), é um protocolo que controla *gateways* que fazem a interconexão entre redes de dados e a rede telefônica numa NGN. Está definido através da recomendação RFC 2705 do IETF.

Megaco (*Media Gateway Control*) do IETF, segundo Cuervo et al (2000) e o H.248 do ITU-T constitui padrão que controla os *gateways*, permitindo a integração de redes de diferentes tecnologias.

5.3.3 Mídia (voz)

Bernal Filho (2003), discorre sobre dois protocolos que em conjunto são utilizados para transporte fim-a-fim em tempo real de pacotes de mídia (voz), através da rede de pacotes.

5.3.3.1 Real-Time Transport Protocol - RTP

Definido através da recomendação RFC 1889 do IETF, este protocolo pode fornecer serviços *multicast* (transmissão um para muitos) ou *unicast* (transmissão

¹⁴⁰ MGCP (*Media Gateway Control Protocol*) version 1.0 corresponde ao RFC2705. É um protocolo de VoIP das IETF. Referência pode ser encontrada no site www.ietf.org/rfc/rfc2705.txt?number=2705.

¹⁴¹ Megaco (*Media Gateway Control*) corresponde ao RFC 2805, 2885, 2886, 3015, 3054. É um protocolo resultante da IETF e ITU-T. Referências podem ser encontradas no site: www.ietf.org/rfc/rfc3015.txt?number=3015.

um para um). Ele não reserva recursos de rede e não garante qualidade de serviço para tempo real, segundo Bernal Filho (2003).

5.3.3.2 Real-Time Transport Control Protocol - RTCP

Definido através da recomendação RFC 1889 do IETF, este protocolo está baseado no envio periódico de pacotes de controle a todos os participantes da conexão, permitindo que com um mínimo de controle seja feita a transmissão de dados em tempo real, conforme Bernal Filho (2003).

5.4 QUALIDADE

Quando se efetua uma ligação telefônica através da comutação de circuitos, é estabelecido um caminho fixo e dedicado entre as pontas A e B. Isto confere uma garantia de Qualidade de Serviço (QoS¹⁴² – *Quality of Service*) adequada ao serviço oferecido. Como na rede IP os pacotes de voz e de dados têm o mesmo tratamento, perdas e atrasos, que para pacotes de dados não causam problemas, ocasionam uma degradação na QoS de voz, a exemplo do que ocorre no serviço de voz sobre Internet. Para Jonathan Fratta, in Lamanna (2001), as redes IP existentes no mercado não estão preparadas para suportar VoIP na rede pública, por falta de requisitos de qualidade e controle necessários para a transmissão de voz. Para Fernandes (2000), como o IP, por si só, não oferece nenhuma garantia de QoS, é necessário agregar novos protocolos e soluções complementares para se obter uma rede com resultados comparáveis aos observados na rede de voz convencional. Banda mínima para transmissão do canal de voz (influenciada por supressão do silêncio e compressão do cabeçalho IP), atrasos, *jitter*¹⁴³, taxas de perdas e erros são fatores que influenciam na qualidade do serviço.

Para Silva (2000) a qualidade de serviço deve ser fim-a-fim, de modo que o tráfego seja tratado primeiro na LAN de origem, depois no roteador de origem, em seguida, nas conexões da WAN, posteriormente nos roteadores intermediários e

¹⁴² QoS – refere-se a capacidade de uma rede em fornecer o melhor serviço para um selecionado tráfego de rede sobre várias tecnologias, incluído redes Frame Relay, ATM, Ethernet e 802.1, SONET e redes com roteadores IP, Cisco (2002) chapter 49 – Quality of Service Networking p.49.1-49.32

¹⁴³ Jitter é a variação do tempo entre chegadas de pacotes consecutivos.

roteador de destino e finalmente na LAN de destino.

Para Determan (2003), existem muitos métodos para implementação de QoS em rede IP, bem como uma série de siglas e protocolos relacionados, por exemplo, os padrões IEEE 802.1p e 802.1Q para ambiente Ethernet, o DiffServ/TOS para pacotes IP, o MPLS que racionaliza a distribuição do tráfego e o RSVP¹⁴⁴ que é um protocolo de reserva de recursos.

O padrão IEEE 802.1p é utilizado para estabelecer prioridades no tráfego Ethernet. IEEE 802.1Q é um protocolo que carimba os quadros (trama) VLAN para a multiplexação de VLANs sobre enlace físico.

O modelo de Serviços Diferenciados (DiffSer ou DS – *Differentiated Services*) divide os fluxos de tráfego de dados em classes distintas e marca os pacotes, de forma a identificá-los em cada classe. Com isto é possível dar tratamento específico aos pacotes, de acordo com a classe a que pertencem, conforme pode ser visto em Blake et al (1998) e Nichols et al (1998).

O protocolo MPLS (*Multiprotocol Level Switching*) fornece um ambiente orientado a conexão que permite garantir banda para vários fluxos e com isto oferecer condições necessárias para QoS, segundo Fineberg (2003).

O RSVP (*Resource reSerVation Protocol*), definido na RFC 2205¹⁴⁵, por Braden et al (1997), é um protocolo desenvolvido para permitir que as aplicações requisitem diferentes QoS para seus fluxos de dados. Ele atua tanto na máquina do usuário (*host*) quanto nos roteadores, responsabilizando-se, desta forma, pelo estabelecimento e manutenção das condições para o serviço requisitado. Ele possibilita a notificação antecipada do percurso de rede que será necessário para a transmissão dos pacotes. Isto permite que os roteadores envolvidos comprometam-se em disponibilizar os recursos necessários.

Segundo Cisco (2003b), o RSVP não é um protocolo de roteamento, mas trabalha em conjunto com protocolos de roteamento *unicast* e *multicast*¹⁴⁶, e a sua implementação em uma rede existente não requer migração para um novo protocolo de roteamento.

Outro protocolo relacionado a QoS é o RTP (*Real-time Transport Protocol*).

¹⁴⁴ RSVP, DiffServ e MPLS destinam-se a garantir qualidade de serviço na rede. RSVP e RTCP são protocolos padrões para o transporte de fluxo de tempo real.

¹⁴⁵ RFC – *Request For Comment* – são relatórios técnicos criados pelo IAB (Internet Architecture Board) Tanenbaum (1997, p.81). Estes relatórios encontram-se disponíveis no site <http://www.ietf.org/rfc>.

¹⁴⁶ Roteamento multicast permite que uma mensagem seja entregue a um grupo de usuários.

Segundo Murhammer et al (2000), a necessidade de transmitir áudio e vídeo, em tempo real, para um grupo específico de usuários motivou o desenvolvimento do protocolo RTP. Ele é responsável pelo transporte dos pacotes de dados em tempo real. É usado em aplicativos do tipo videoconferência, transmissão de áudio ou telefonia Internet, estando na maioria das vezes junto com o UDP. Sem o RTP, os dados de áudio e vídeo, numa videoconferência, são exibidos de forma não-sincronizada.

Para Fonseca (1998), o RTP carimba eletronicamente cada pacote de voz com o momento exato em que ele foi produzido, possibilitando reconstituir a seqüência exata com que os pacotes foram emitidos. Murhammer et al (2000), ressalta que larguras de banda insuficientes ou instáveis, mesmo utilizando protocolos do tipo RTP, resultam em má qualidade de transmissão em tempo real. O RTP não oferece nenhum mecanismo de confiabilidade e não garante a entrega dos pacotes. Para serviços em tempo real são necessários: RTP e RTCP (*RTP Control Protocol*). O RTCP controla e monitora a sessão RTP e tem como principal função fornecer retorno periódico de informações (como qualidade da distribuição de dados RTP) de todos os participantes de uma sessão. Com isto, é possível monitorar a qualidade do serviço, conforme afirmam Schulzrinne et al (1996) e Schulzrinne (1996).

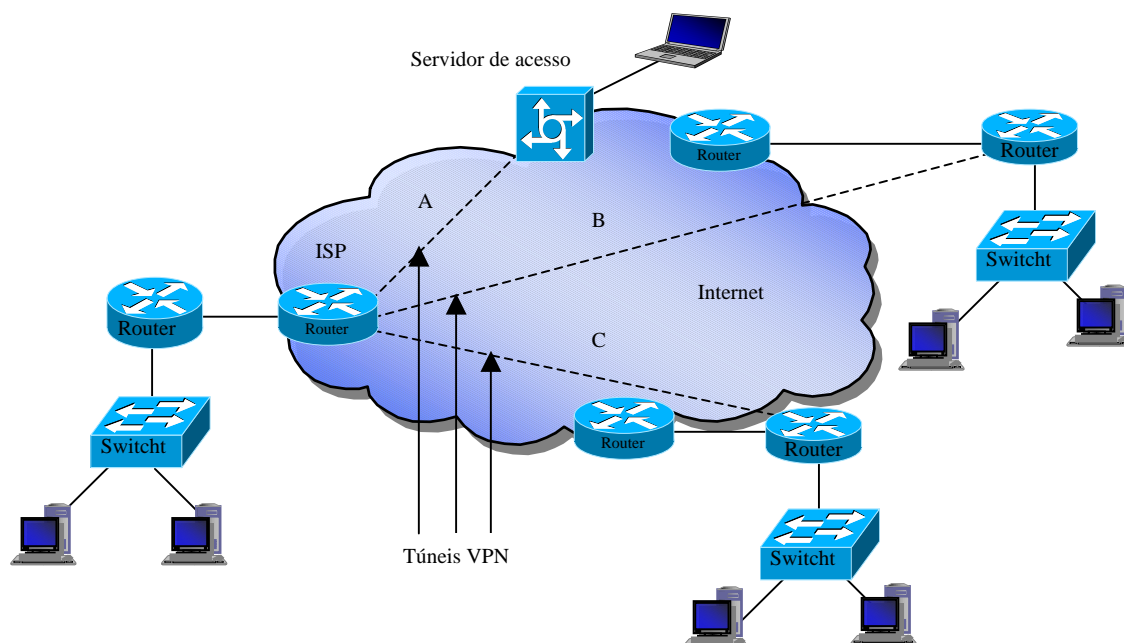
5.5 SEGURANÇA

Inicialmente, pelo fato de que as redes estavam circunscritas aos centros de pesquisa e as empresas para uso de seus funcionários, o fator segurança, no sentido de violação de dados, não era relevante. Com o surgimento e abrangência da Internet, as redes tornaram-se mais vulneráveis.

A princípio, devido à infra-estrutura abrangente, popular e de baixo custo que a Internet oferece, as companhias começaram a usá-la para auto promoverem-se e exporem seus produtos e serviços. Hoje, as empresas estão focadas na Internet como comércio eletrônico, havendo a necessidade de uma rede segura. Isto tem levado muitas companhias a considerar a possibilidade de construção de uma Rede Privada Virtual (VPN – *Virtual Private Network*)¹⁴⁷, como sustentam Murhammer et al

¹⁴⁷ VPN é uma extensão da intranet privada de uma empresa, criada através de um túnel privado que

(2000), ao invés de implantar uma rede privada, já que o custo desta tende a ser bem superior quando comparado ao uso das redes públicas, como afirmam Rossi e Franzin (2000). O conceito de VPN surgiu da necessidade de utilizarem-se redes de comunicação não confiáveis para trafegar dados de forma segura.



Fonte: adaptado de Murhammer et al (2000, p.329).

Figura 5.4: Redes privadas virtuais.

A Figura 5.4 ilustra três exemplos de redes privadas virtuais:

- VPN A: conexão com usuários remotos (*point-to-site*), formando uma VPN para acesso remoto;
- VPN B: conexão com escritórios da filial (*site-to-site* ou *LAN to LAN*), formando uma VPN para intranet. Nesta situação a intranet pode ser entendida como um conjunto de redes locais geograficamente distribuídas e interconectadas através da RTPC, e
- VPN C: conexão com parceiros de negócio (*site-to-site* ou *LAN to LAN*), formando uma VPN para *extranet*. Nesta situação disponibiliza-se o acesso para parceiros, clientes e fornecedores com o objetivo de agilizar processos e dinamizar a interação dos negócios.

Os provedores de acesso a Internet (ISP) oferecem acesso de baixo custo à

atravessa a Internet e estabelece uma conexão privada segura, em Murhammer et al (2000, p.328-329). No conceito do VPN Consortium (2003, p.1-6), é uma rede privada que faz uso da estrutura de RTPC mantendo a privacidade através de protocolo de tunelamento e procedimentos de segurança.

Internet, permitindo significativa redução de custos quando comparado as linhas dedicadas, chamadas DDD e números de telefones gratuitos.

5.6 MIGRAÇÃO PARA VOIP

A forma como cada empresa vai migrar para redes IP depende da topologia do sistema instalado e da necessidade de negócios da operadora. Para Pataca, Magro e Mendes (2000), a transição das redes públicas de circuitos para pacotes IP já começou. Em Lamanna (2001), encontram-se depoimentos de especialistas do setor, que sugerem etapas para que as operadoras de telecomunicações saindo do sistema atual atinjam a configuração de uma rede IP¹⁴⁸. Etapas de migração ou abordagens tecnológicas são freqüentemente sugeridas por fabricantes como forma de implementação da telefonia IP nas empresas operadoras. Constata-se que independente do tempo ou das etapas a serem transpostas, o IP é inevitável, haja vista os dados observados em 2001 de que 3% do tráfego mundial passaram pela tecnologia IP e 20% do tráfego de longa distância na América Latina foram dados, prevendo-se chegar a 80% em 2004.

Uma estratégia para implantar VoIP, sugerida por Henrique Antônio Volpi, in Lamanna (2001), baseia-se na oferta de voz, para usuários finais, pela rede de circuitos e utilização dos serviços de VoIP para as ligações de longa distância. Para Jackson, in Lamanna (2001), há três áreas nas quais o serviço VoIP poderá ser aplicado:

- segmento corporativo através de PABX IP;
- usuários de microcomputadores que utilizam a Internet e não precisam de qualidade garantida; e
- dentro da rede da operadora de telecomunicações, onde o ambiente é controlado e a qualidade garantida.

¹⁴⁸ Jonathn Fratta identifica quatro fases na migração de uma rede convencional para rede IP: 1) manutenção da infra-estrutura existente com as centrais classes 4 e 5 com VoIP entre elas, com as operadoras investindo em equipamentos (roteadores) de interface entre a rede pública e a rede IP (*gateway* de mídia); 2) inclusão de um servidor para controlar o estabelecimento das chamadas – semelhante a arquitetura de central Tandem, na hierarquia de centrais; 3) retirada das centrais classes 4 e 5, com os *gateways* de acesso e de linha fazendo o entroncamento com equipamentos de campo, e conexão das linhas telefônicas diretamente nos *gateways* de mídia; e finalmente 4) instalação de telefone IP residencial, com saída VoIP, eliminando os *gateways* de linha. Para Stifelmann as etapas seriam: 1) substituição das centrais de classe 4 ou trânsito e preservação da estrutura existente na última milha, 2) investimentos em tecnologia VoIP e não mais em redes TDM, 3) eliminação ou remanejamento das centrais TDM, 4) investimento na última milha, eliminando as centrais classe 5, segundo Lamanna (2001).

Rogério Loripe, in Lamanna (2001), identifica o setor financeiro e as pequenas e médias empresas como os usuários que mais vão usar serviços IP. Para Barella (2002), a solução VoIP está voltada para o segmento corporativo e de pequenas empresas, as grandes empresas são alvo dos fabricantes e há muito mercado a ser explorado. Contudo, segundo Fernandes (2000), ainda são fatores limitantes ao largo uso de VoIP: a diferença de preço entre o terminal telefônico convencional e um equipamento para uso de VoIP, a alta disponibilidade das redes telefônicas convencionais e a falta de garantia da qualidade de serviço nas redes IP.

5.7 NEXT GENERATION NETWORK - NGN

Para Milner and Pizzica (2003), não há uma definição universal para NGN. Ela varia de continente para continente e entre diferentes operadoras. Para a Telecom New Zealand, por exemplo, trata-se de uma única rede que administra múltiplas aplicações, tais como voz, dados e imagens, em múltiplos dispositivos, tanto fixos como móveis, além de que todas as aplicações podem ser administradas sobre um único acesso às instalações do usuário, através de tecnologias de acesso por fibra, cabos de pares ou *wireless*. Para Paglione e Randi (2001), as NGN são redes únicas de comunicação multimídia e multiserviços, baseadas em protocolo IP, com interfaces abertas e independentes de fornecedores.

Segundo Paglione e Randi (2001), o setor de telecomunicações vem sofrendo nos últimos anos quedas crescentes de lucratividade, razão pela qual está procurando novas fontes de receita. Prevê-se que no futuro os lucros e receitas das operadoras provenham da geração de serviços multimídia integrados em uma NGN e não mais da oferta de conectividade como telefonia, dados ou acesso em alta velocidade, por exemplo. Para Oliveira (2001b), um dos principais benefícios da NGN é, justamente, a grande variedade de serviços que poderão ser oferecidos aos clientes. Esta oferta tem gerado uma expectativa de crescimento exponencial da demanda por novos serviços de valor agregado. Pesquisas da consultoria Frost & Sullivan, citadas por Oliveira (2001a), estimam em quase dez vezes o crescimento do mercado mundial para sistemas telefônicos IP no período de 1999 até 2005. Apesar da expectativa positiva do setor, há dúvidas e incertezas inerentes à construção de uma nova geração de redes, como o tempo de retorno do

investimento ou receptividade do mercado aos novos serviços, por exemplo.

O Quadro 5.1 fornece uma comparação entre as redes de telecomunicações atuais e as Redes de Próxima Geração.

Quadro 5.1: Comparação das redes atuais com a NGN.

Redes Atuais	NGN
Produtos individuais ofertados sobre diferentes infra-estruturas, planejados, taxados, dimensionados e gerenciados de forma separada	Soluções integradas, que não se pode decompor, ofertadas sobre uma infra-estrutura comum mediante processos integrados de planejamento e gestão.
Dados entregues como condutor fino sem inteligência (por exemplo: serviço de dados dedicados)	Conexões entre redes específicas de aplicações que oferecem serviços diferenciados com a qualidade e segurança apropriadas.
Voz em uma plataforma existente com características estáticas	Voz sobre uma plataforma com caminho de migração claro e rentável em direção a meios ricos, tais como vídeo telefonia, integração de mensagem instantânea e outros novos serviços. Cada aspecto que se toma para estar de acordo com a RTPC e outros serviços herdados, pode ser trocado, desde segurança e disponibilidade até as funções e as qualidades.
Serviços oferecidos por pessoas contratadas pela operadora e que utilizam cabos, caminhões, e equipamentos para instalação no cliente. Isto pode levar dias ou semanas com um custo marginal alto	A maioria dos serviços se auto-provisionam em segundos pelos próprios clientes conectados a um custo marginal sumamente baixo.
Atividade de reparo para responder as reclamações dos clientes que afetam ao trabalho de campo	Incidência de falhas reduzida pela eliminação da reorganização da rede e pela migração seletiva ao sem fio (inalámbrica). Os problemas difíceis ou reais se detectam automaticamente pelos terminais inteligentes.

Fonte: adaptado de Milner and Pizzica (2003, p.3).

O uso de uma única infra-estrutura visa também diminuir tanto os custos de operação quanto de manutenção da nova rede.

5.7.1 Arquitetura da NGN

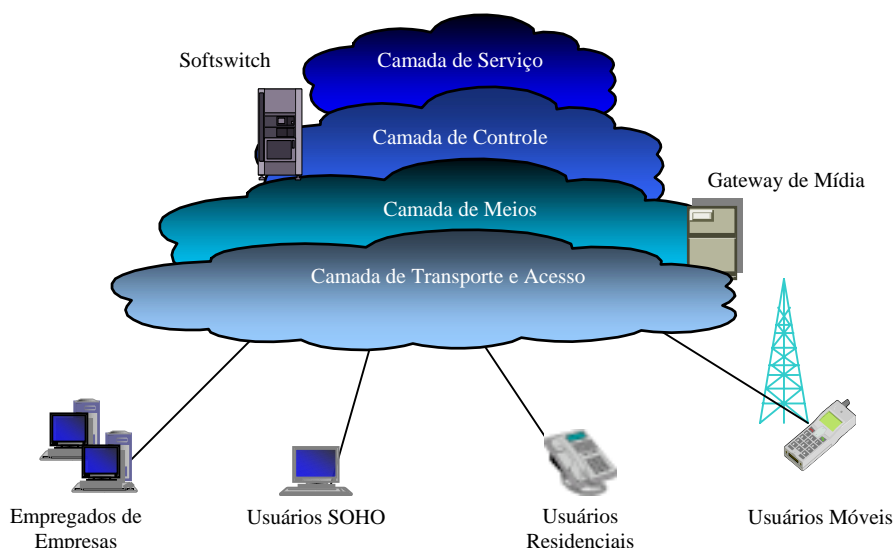
Uebele and Verhoeven (2001) e Goossens, Weidong and Yonggen (2003) apresentam uma arquitetura para NGN, que usa transporte baseado em pacotes para dados e voz, composta de quatro camadas com interface aberta entre cada uma delas. As interfaces abertas permitem que novos serviços sejam introduzidos rapidamente ao mesmo tempo em que facilitam a introdução de novos modelos de negócios. As camadas do modelo estão assim distribuídas:

- na Camada de Serviço da rede são desenvolvidas as novas aplicações (gestão e aplicação);
- na Camada de Controle estão os *softswitches* que controlam o *gateway* de mídia fazendo a integração com a rede convencional, encaminhamento, supervisão e liberação das ligações na rede IP;
- na Camada de Meios (núcleo e pontas) são introduzidos *gateways* de

mídia que convertem os sinais de voz e outras mídias em pacotes para a rede de transporte; e

- na Camada de Transporte e Acesso estão as unidades de acesso ao assinante, como os telefones IP e os *gateways* de acesso.

A Figura 5.5 apresenta a arquitetura NGN.



Fonte: adaptado de Uebele and Verhoeyen (2001, p85).

Figura 5.5: Arquitetura NGN.

O modelo de quatro camadas não é único. Na arquitetura apresentada em Vainsencher (2003), o modelo tem três camadas, ocorrendo a união das camadas de acesso e transporte com a de meio formando um único nível chamado infraestrutura e acesso.

5.7.2 Migração para uma NGN

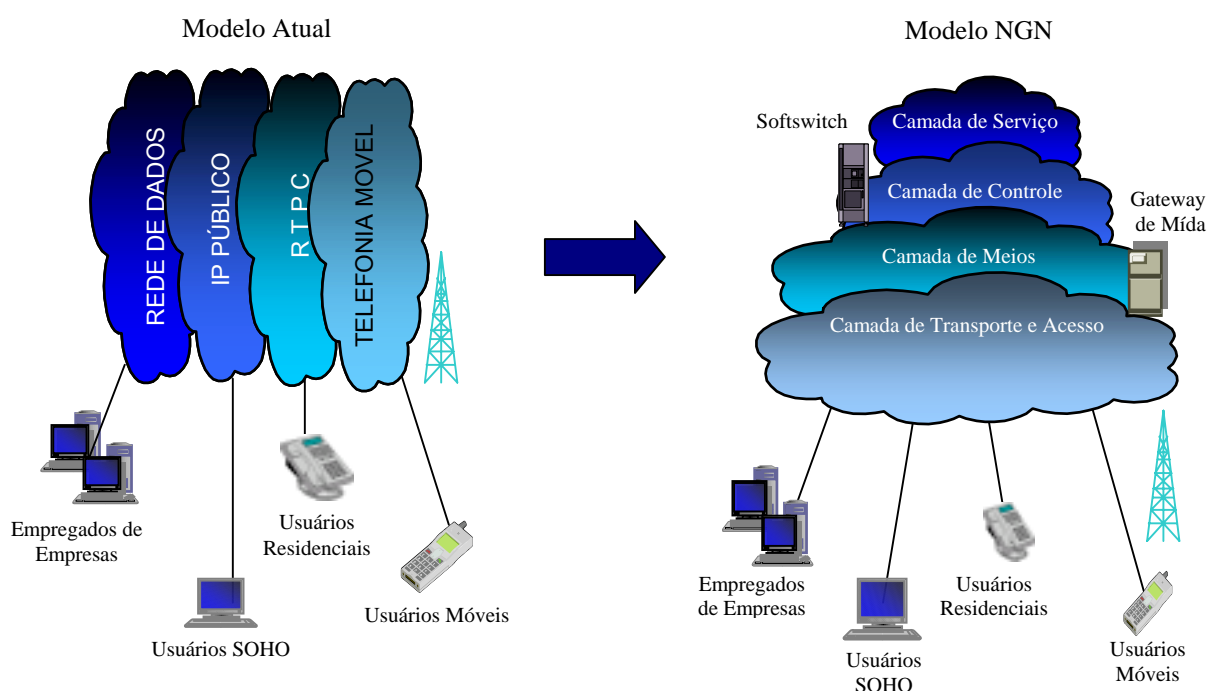
As redes de telecomunicações atuais podem ser estruturadas em quatro níveis:

- rede telefônica propriamente dita com reduzido atraso na transmissão, alta disponibilidade e boa qualidade de serviço;
- rede de dados com alta disponibilidade e segurança;
- rede IP com atraso variável na transmissão, disponibilidade variável e qualidade de serviço variável; e

- redes de telefonia móvel, com sua tecnologia de voz e dados.

A rede de voz por sua vez pode ser decomposta em três sub-redes¹⁴⁹: voz, sinalização e gerência, sendo necessário manter uma estrutura de rede para cada uma das sub-redes, com protocolos distintos e canais de ocupação diferentes, conseqüentemente com aumento dos custos finais.

O grande desafio, na opinião de Milner and Pizzica (2003), é como migrar da atual arquitetura de rede para uma NGN, a um custo que seja aceitável para os acionistas. A Figura 5.6 mostra uma proposta de migração sugeridas pela Alcatel.



Fonte: adaptado de Milner and Pizzica (2003, p.4).

Figura 5.6: Migração para uma NGN.

A estrutura NGN permitirá reduzir o custo na entrega de novos serviços ao compartilhar a rede de acesso, que é a camada mais cara. Terá alta disponibilidade, diferenciação de classes de serviços, qualidade de serviço própria para cada tipo de tráfego: voz, dados, vídeo, Internet, etc.

Outras estratégias de migração da rede de voz para a arquitetura de nova geração foram sugeridas por Uebele and Verhoeyen (2001).

Para Dias (2003) a implantação para o ambiente NGN é um processo cuja

¹⁴⁹ Sub-rede de voz, mantida através dos entroncamentos entre as centrais. Sub-rede de sinalização com a função de controlar a tarifação e as chamadas entre centrais. Sub-rede de gerência com a função de gerência de desempenho e falhas, segurança, tarifação.

consolidação deve levar anos, mas que representa uma transformação profunda na tecnologia das telecomunicações visto que na NGN os pacotes com protocolo IP substituem a comutação de circuitos. Oliveira (2001a) estima entre 10 a 15 anos o tempo para que se ofereça um serviço baseado em uma rede 100% IP. Neste período as empresas operariam um sistema híbrido.

Corréa (2001a) cita uma migração para NGN, em três etapas, proposta pela Siemens:

- adequação das centrais de trânsito ao sistema de voz sobre IP;
- transporte de pacotes de sinais de voz até a casa do assinante através dos *gateways* de mídia de acesso; e
- instalação de telefone IP no assinante.

Independente do processo de migração as operadoras pensam na NGN preservando o investimento até então realizado: centrais, redes, transmissão e infraestrutura. Investimentos em uma nova filosofia de telecomunicações, como se propõe a NGN, são sensíveis ao cenário mundial e tendem ao conservadorismo diante de situações de conflito (economia mundial em recessão, crise na Argentina, racionamento de energia, atentado ao World Trade Center, guerra no Iraque, por exemplo), levando operadoras e fornecedores a repensarem seus planos de migração tornando-os mais suaves e menos traumáticos. Para Corrêa (2001b) a desaceleração dos investimentos nas operadoras, o predomínio de sistemas proprietários e as experiências malogradas na implantação de redes convergentes tendem a atrasar a implantação da NGN.

Para Oliveira (2001a), é necessário garantir a qualidade das soluções oferecidas pelas novas redes, principalmente quando comparada à perenidade da rede de voz¹⁵⁰. As redes atuais são relativamente seguras porque adotam padrões fechados enquanto que as redes convergentes serão mais vulneráveis, pois adotam padrões abertos. Estes padrões permitem que as operadoras possam compor suas redes IP com equipamentos de mais de um fornecedor.

5.8 NGN NO BRASIL

Segundo Vainsencher (2003), a NGN chega à telefonia pública no país com

¹⁵⁰ Segundo estimativa do CPqD a rede de voz ou rede telefônica tradicional (TDM) fica indisponível 2 horas em 40 anos.

dois anos de atraso. Prevista para 2001, só em 2003 surgiram as primeiras licitações, depois de um período de crise mundial no setor, falta de dinheiro para financiamento e a crise das operadoras locais. Foram licitações lançadas pela Telefônica e Telemar visando soluções específicas, com investimentos moderados e possibilidades de gerar retorno em curto prazo.

A Telefônica, após ter antecipado suas metas perante a Anatel, pode atuar fora de sua região de concessão, passando a prestar serviço de longa distância para fora do Estado de São Paulo. Visto que necessitava ampliar sua rede, optou por uma expansão com tecnologia NGN.

A Telemar também possui projeto semelhante ao da Telefônica, envolvendo rede de longa distância, com instalação de *gateways* NGN em localidades fora de sua área de concessão e com toda a rede interconectada por *softswitches*.

Segundo Vainsencher (2003), a Brasil Telecom S.A. pretende implantar soluções na direção da NGN que otimizem a rede que já existe e ofereçam serviços de valor agregado aos usuários. Trata-se de uma integração na rede de dados para atender ao mercado corporativo.

Não são somente estas três operadoras de telefonia fixas que estudam soluções com NGN. A CTBC Telecom tem algumas ilhas suportadas por pequenos sistemas NGN, segundo Vainsencher (2003). Focadas no mercado também estão a Embratel e as operadoras de celulares: Telefônica Celular, Telesp Celular e TIM.

Para Ferreira (2003), a vantagem de se chegar mais tarde no mercado é a de poder adotar soluções tecnologicamente mais avançadas. A GVT foi a primeira operadora a contar com um ambiente NGN e a Intelig já tem toda sua estrutura de transporte preparada para NGN. Ambas as empresas-espelho preparam-se para lançar serviços de valor agregado sob a infra-estrutura NGN já instalada. A GVT prevê atendimento primeiro aos grandes clientes corporativos seguido das pequenas e médias empresas e por último o mercado SOHO (*Small Office Home Office*).

5.9 OUTRAS CONVERGÊNCIAS

Para Junqueiro (1998), a convergência pode ser vista de diferentes maneiras: convergência de tecnologia, de rede de serviços, de mercado e da própria indústria. No primeiro caso, tem-se os exemplos da RDSI, da comutação ATM, da transmissão

SDH, do ADSL e das plataformas inteligentes. Para a convergência de redes, tem-se como exemplos: as redes RSDI-FL, a Internet e as redes fixas e móveis. Por último, a convergência da indústria, representada por alianças, fusões e aquisições de empresas, que segundo Carlos (1998), apesar de ser um fato, não tem um resultado claro. Para Soares, Lemos e Colcher (1995), a inevitável aproximação entre as indústrias de telecomunicações e de informática tem levado à criação de consórcio de empresas das duas áreas, a exemplo do ATM Forum, com a finalidade de assegurar a interoperabilidade entre equipamentos privativos e da rede pública.

Para Piaggese (2001), a convergência digital está ocorrendo simultaneamente em três níveis:

- **voz e dados nas telecomunicações**

A convergência de voz e comunicação de dados ocorre através da digitalização e empacotamento da voz, seguido de sua transmissão por circuitos de pacote, baseados em redes IP sobre as PSTN. O benefício principal é o baixo custo das ligações internacionais e de longa distância.

- **telecomunicações e *broadcasting* (ou setor de comunicação/mídia)**

Esta convergência abrange três convergências: de rede, de serviços e de terminais. Segundo Carlos (1998) esta convergência é bastante clara, seja pela presença de grupos de comunicações no setor de telecomunicações através da participação no controle de algumas operadoras de telecomunicações emergentes, ou seja, pela entrada de operadoras de telecomunicações em grupos de comunicação. Neste grupo, a TV a cabo é um dos principais fatores de convergência. Operadoras de telecomunicações oferecem programas audiovisuais através da rede e empresas de TV a cabo oferecem serviços de telefonia fixa e acesso à internet. Serviços convergentes incluem *broadcasting* da internet.

- **equipamentos eletrônicos e de telecomunicações**

A convergência de telecomunicações e eletrônica implica em que produtos eletrônicos possam conectar-se a PSTN, por exemplo, na área de segurança com câmeras conectadas a internet ou telefones celulares com GPS.

Para Rosingh, Seale e Osborn (2001) a convergência entre bancos e empresas operadoras de telecomunicações será o centro da transformação do serviço bancário oferecido ao consumidor do varejo. O objetivo é disponibilizar

transações financeiras através de sistemas *wireless* (sem fio), tipicamente telefones celulares. Neste ramo, a Europa tem servido de laboratório para a oferta do serviço¹⁵¹.

Por último, Rybczynski (2004) comenta três tipos de convergência: da rede, das comunicações e das aplicações quando o foco é o sucesso empresarial.

5.10 CONCLUSÃO

Em um ambiente desregulamentado, desaquecido economicamente e com crescente competitividade, a NGN aparece como uma solução para que as empresas de telecomunicações permaneçam no mercado, na visão de Uebele and Verhoeyen (2001). Sua arquitetura permite a oferta de novos e sofisticados serviços capazes de incrementar a receita e reduzir os custos de investimento e operação.

A NGN será uma rede capaz de suportar os novos modelos de negócios e abrir novas fontes de renda para os fornecedores de telecomunicações, provedores de serviços e outros, segundo Krogfoss and Pirot (2001).

A alternativa NGN é reforçada pela queda de lucratividade do setor de telecomunicações nos últimos anos, segundo Paglione e Randi (2001).

Tendências de tráfego também apontam para a solução NGN. Segundo Krogfoss and Pirot (2001), enquanto o tráfego de voz cresce 10% ao ano o tráfego de dados cresce 100% ao ano.

A cada ano a solução NGN se apresenta como evolução natural dos atuais sistemas de telecomunicações. A preocupação das antigas operadoras está em quando migrar e de que forma migrar, já que ao longo de todos estes anos foram feitos investimentos que não poderão ser jogados fora da noite para o dia.

Preocupação quanto a NGN e os impactos da convergência na sociedade são abordados por Junqueiro (1998), que afirma a ocorrência de reflexos em casa, escritório, lazer, e também no teletrabalho, teleeducação, teleformação e telemedicina.

Para Rybczynski (2004), a convergência traz consigo uma quebra de limites: entre dados e voz, entre local e remoto, pública e privada e entre fixo e móvel, por exemplo.

¹⁵¹ Exemplo desta parceria foi feito entre banco espanhol Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA) e a Movilpago, uma joint venture subsidiária da Telefônica Mobiles (Rosingh, Seale e Osborn 2001).

CAPÍTULO VI

GEOPROCESSAMENTO NAS TELECOMUNICAÇÕES

*“Iahweh Deus plantou um jardim em Éden, no oriente, e aí colocou o homem que modelara.
Iahweh Deus fez crescer do solo toda espécie de árvores formosas de ver e boas de comer,
e a árvore da vida no meio do jardim, e a árvore do conhecimento do bem e do mal.”*
GÊNESIS 2, 8-9.

6.1 INTRODUÇÃO

Segundo Teixeira et al (1995a), o aparecimento de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) não foi um acontecimento isolado, teve desenvolvimento simultâneo com várias outras ciências. Com o tempo os SIGs passaram a atuar nas mais diversas áreas.

Este capítulo traz várias definições de SIG, seguida de um histórico do desenvolvimento dos sistemas AM/FM. Descreve o SIG no setor das telecomunicações no âmbito mundial e em seguida aborda-o no ambiente da Telebrás, especificamente do projeto SAGRE. Na sequência é tratado o SIG na Telesc e na BrT.

6.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS - SIG

Para Rodrigues (1990) geoprocessamento é o conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento e uso de sistemas que utilizam estas informações. Tais sistemas podem ser classificados em sistemas aplicativos, de informação e especialistas. Já em Bähr (1993), os termos geoprocessamento e SIG são tratados sem distinção.

Para Marble (1990) a definição de SIG tem causado certa confusão. É provável que isto tenha ocorrido, em função das várias definições que surgiram acompanhando a evolução da tecnologia e o amadurecimento do sistema ao longo do tempo.

Burrough (1986) definiu SIG como um poderoso conjunto de ferramentas com

a finalidade de obter, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais que representam o mundo real. Para Marble (1990), é um sistema, baseado em computador, para tratamento e análise de dados espaciais, composto de quatro subsistemas: entrada de dados; armazenamento e recuperação; manipulação e análise, e visualização e impressão das informações. Câmara (1993) identifica estes subsistemas como componentes do SIG e acrescenta-lhes a interface gráfica. Na definição apresentada por Alves (1990) este autor destaca as diversas procedências dos dados de entrada: mapas, imagens de satélite, cadastros dentre outras. Teixeira et al (1995a), ao transcreverem várias definições de SIG, dão destaque àquelas nas quais as pessoas estão envolvidas em diversas etapas de utilização do sistema, iniciando com coleta de dados, seguida de armazenamento, processamento e análise, e finalizando com a produção das informações derivadas dos aplicativos.

Mais recentemente Marquez (2001) definiu o SIG como resultado do produto dos elementos: dados, software, hardware, procedimentos, recursos humanos, decisão política e tempo.

Segundo Marble (1990), o surgimento do primeiro Sistema de Informação Geográfica operacional ocorreu na década de 1960 e tinha como finalidade o inventário de terras no Canadá¹⁵². Nos anos seguintes houve um amadurecimento da indústria de SIG, permitindo o surgimento de aplicações fora da área de Cartografia. Para Rodrigues (1995), no final dos anos 70 surgem as primeiras iniciativas de projetos, desenvolvimento e implantação de SIG e segundo Dangermond (1996), novas oportunidades de uso do SIG surgiram graças ao aumento da performance do hardware e a diminuição de seu custo no mercado. Este autor também destaca o desenvolvimento das redes de computadores, o crescimento da Internet e adoção da tecnologia cliente/servidor. O setor das telecomunicações contribuiu com avanços tecnológicos que permitiram a utilização de maior velocidade de transferência de dados pela rede telefônica e aumento do uso da comunicação *wireless*.

Atualmente, uma nova classe de serviços chamada LBS¹⁵³ (*Location Based Services*) é possível de ser oferecida graças aos avanços das redes móveis associados aos SIG, segundo Virrantaus et al (2001).

Alves (1990) cita como exemplos de áreas de atuação do SIG: análise e

¹⁵² Tratava-se do CGIS - *Canada Geographic Information System*.

¹⁵³ Para mais detalhes sobre definição e aplicação do LBS, consultar Virrantaus et al (2001).

monitoramento ambiental, planejamento urbano e regional, estudo de recursos terrestres, controle de redes de transporte, de energia, etc. O autor justifica esta diversidade à disponibilidade, a custos acessíveis, de tecnologias como: cartografia digital, bancos de dados e o processamento digital de imagens. Câmara (1993) inclui as telecomunicações na relação acima, quando aborda a modelagem de redes¹⁵⁴ em SIG. Outros exemplos de aplicações de SIG podem ser encontrados em Townshend (1990), Câmara et al (1996) e Márquez (2001).

6.3 SISTEMAS AM / FM / GIS

Nas décadas de 1930 e 1940 iniciou-se o desenvolvimento de uma matemática voltada para problemas espaciais¹⁵⁵ em paralelo com métodos estatísticos e análise de séries temporais. Na ocasião, a falta de ferramentas computacionais impedia o efetivo progresso desta área de estudos. Foi somente por volta dos anos 60 que começaram a ser adotadas técnicas de computação para auxiliar, de forma automática, o desenho de mapas e o desenvolvimento dos conceitos para análise espacial e mapeamento temático quantitativo, conforme relatado por Burrough (1986).

Segundo Kendall (1998), a indústria AM/FM/GIS concebeu, nos anos 70, um sistema para solucionar problemas de negócios e processos e não para fazer mapas. Para tanto, era necessária a integração dos sistemas de gerência da ordem de serviço com o AM/FM/GIS. Infelizmente os primeiros softwares e hardwares utilizados tornaram este objetivo difícil, porém aquele autor acredita que esta integração seja a próxima evolução do AM/FM/GIS voltado para os processos de negócios e impulsionado pela desregulamentação.

Ainda na década de 70 e início da década de 80 os sistemas de computação gráfica começaram a ser utilizados nas companhias que operavam com redes¹⁵⁶, fossem elas de telecomunicações, energia, gás ou água. Eles tinham a função de registrar a localização geográfica de recursos ou facilidades¹⁵⁷. As primeiras

¹⁵⁴ Para Câmara (1993) as redes são estruturas lineares conectadas que armazenam informações sobre recursos que fluem entre localizações geográficas distintas.

¹⁵⁵ O mesmo autor salienta a necessidade do estudo e avaliação da terra, da distribuição espacial das rochas do solo, das plantas ou pessoas, dos recursos de água, solo e clima.

¹⁵⁶ In Mahoney citado por Câmara et al (1996), aplicações relacionadas aos serviços de utilidade pública foram divididos em redes de fluxo (água e gás) e redes de cabos (eletricidade, telecomunicações e TV a cabo).

¹⁵⁷ No escopo deste trabalho, vale o conceito de facilidades, expresso por Mace (1997). Embora o autor

implementações destes sistemas apresentavam um componente gráfico e outro alfanumérico armazenado em arquivos ou tabelas. De um modo geral e pelas suas características, os sistemas eram implantados nos departamentos de engenharia e/ou de planejamento. Muitos deles começaram baseando-se em plataformas CAD (*Computer Aided Drafting*) ligados à base de dados que continham informações textuais ou de atributos não gráficos. Eles ficaram conhecidos como sistemas de mapeamento automático e de gerenciamento de facilidades (*Automated Mapping / Facilities Management*)¹⁵⁸ (AM/FM). Tratavam redes de telecomunicações, de eletricidade e de água, melhor do que áreas e polígonos, porque não suportavam entidades gráficas diferentes dos elementos de rede, conforme consta em ESRI (1999) e ESRI (2003).

Na opinião de Brandtberg et al (1997) os SIGs que surgiram entre os anos 70 e início dos 80 tinham a principal função de apresentar mapas nas telas dos computadores. Eles suportavam vários tipos de informações relacionadas geograficamente, porém não realizavam análises e cálculos devido às limitações tecnológicas da época.

Para Marble (1990), os anos 70 caracterizaram-se pelo lento crescimento da tecnologia SIG principalmente na área de recursos naturais e pelo desenvolvimento de softwares comerciais para SIG, muitos dos quais fracassaram por serem adaptações de softwares existentes.

Segundo Schutzberg (1998), no início dos anos 80, os sistemas CAD e SIG não estavam integrados. A indústria do CAD procurava a melhor maneira de passar para o computador os desenhos das pranchetas e a indústria do SIG desenvolvia algoritmos para juntar e explorar características espaciais nos computadores. A integração limitava-se a transferência de dados de um formato para outro. Do meio da década em diante começaram a surgir produtos que continham um núcleo CAD e ferramentas SIG. Enquanto os sistemas CAD baseavam-se em desenhos, os SIG preocupavam-se com análises de relacionamentos entre características da Terra. O autor apresenta como solução integradora o uso de um SGBD no qual os dados estariam armazenados e com possibilidade de serem acessados por diferentes

esteja referindo-se a uma empresa de energia elétrica, para ele facilidade é um conjunto de mecanismos e ferramentas que faz parte de uma empresa ou negócio. Aplicada uma gerência a estas facilidades é possível disponibilizar ao cliente os serviços e produtos da operadora.

¹⁵⁸ Segundo ESRI (2003), apesar de o termo AM/FM ainda ser aplicado a indústria de *utilities*, ele está tendendo a descrever uma simples aplicação disponível nos SIG.

sistemas CAD ou SIG.

Nos anos 90, a indústria de software AM/FM começou a incluir funções SIG em seus produtos. Reciprocamente, a indústria de SIG adicionou análises de redes em seus sistemas. Esta sobreposição de funcionalidades criou uma região na qual AM/FM e GIS não estão claramente definidos e a indústria chamou, todos os sistemas que tratavam com gerência de facilidades e processamento de polígonos, de AM/FM/GIS indiferente do modelo de dados que havia por trás do sistema, conforme ESRI (1999) e ESRI (2003). O Quadro 6.1 traz um comparativo entre AM/FM e SIG.

Quadro 6.1: Quadro comparativo entre AM/FM e SIG.

AM/FM	SIG
Gerência Facilidades e Redes.	Gerência Recursos e Coberturas
Modelo de dados em rede	Modelo de dados topológico
Traçado de redes	Mapeamento temático e de polígonos
Geralmente usado em projetos ou soluções departamentais	Geralmente usado em soluções departamentais ou empresariais

Fonte: adaptado de ESRI (2003 p.2).

Significativos avanços ocorreram na segunda metade dos anos 90, quando várias indústrias de GIS investiram pesadamente em seus softwares para adaptá-los a *World Wide Web*, permitindo que os usuários de Internet acessassem as bases de dados, executassem consultas e editassem remotamente suas informações, conforme Kiernan and Black (1998).

Segundo Batty (1996) a tecnologia de computação em geral continua a progredir extraordinariamente bem produzindo hardwares mais rápidos e mais baratos. Porém, apesar do avanço tecnológico, Skurzynski (1998) destaque que, enquanto o custo de hardware e software do SIG tem decrescido drasticamente o custo do desenvolvimento e manutenção dos dados tem aumentado, o que impacta na decisão de aquisição de SIG.

6.4 SIG NAS TELECOMUNICAÇÕES

Egenhofer e Frank (1990)¹⁵⁹ colocam as operadoras de telefonia no grupo das empresas que usam sistemas AM/FM. Para Lin (1997), os avanços tecnológicos

¹⁵⁹ Egenhofer e Frank (1990) classificaram os sistemas de informações espaciais em três grupos: LIS, associados a informações legais sobre proprietários de terras, registros e cadastros multifinalitários; SIG, usados para cobertura de grandes áreas geográficas e AM/FM para uso de redes.

fizeram com que as *utilities*¹⁶⁰ também adotassem os SIG. Conforme Castleberry (2000), empresas como US WEST, Sprint, Ameritech, Bell Atlantic, BellSouth, ALLTEL, TELUS estão implementando de alguma forma, sistemas AM/FM ou SIG.

Para Stefanini, in Black (1996), as *utilities* desregulamentadas estão preocupadas com os serviços de *unbundled*¹⁶¹ e com melhores ferramentas de gerenciamento, para torná-las mais competitivas.

Segundo Owen (1998), o mercado de telecomunicações para sistemas SIG é grande. Empresas de pesquisa apontam para as telecomunicações como os maiores usuários de SIG na indústria das *utilities* de rede. O mesmo autor reconhece que a implementação de SIG para as telecomunicações não é uma aplicação tradicional de SIG, entretanto muitas companhias que usam CAD ou registros em papel, já estão envidando esforços na direção de SIG que tenham interoperabilidade, sejam sistemas abertos, fáceis de usar e focados em telecomunicações. Para as operadoras de telecomunicações, relativa precisão entre postes e lances de cabos pode ser muito importante, porém absoluta precisão não é tão importante.

Castleberry (2000) classifica as informações utilizadas nas operadoras de telecomunicações em três grupos, para os quais existem sistemas específicos, conforme Quadro 6.2. Desta forma, as operadoras possuem informações geográficas que deveria estar implementados em SIG, informações tipicamente de redes que deveria estar nos sistemas AM/FM e informações alfanuméricas, que dão suporte a operação, decisão e negócios da empresa, que se encontram nos sistemas legados.

Quadro 6.2: Sistemas encontrados nas operadoras de telecomunicações.

SIG	AM/FM	Sistemas de suporte a operação, decisão e negócios
Visão Macro	Visão Micro	Dado intensivo
Pequena Escala, tipicamente: 1:2.000	Grande Escala, tipicamente: 1:50, 1:100 e 1:200	Tabular
Análise Espacial	Análise de Rede	Análise não espacial
Requerida Topologia Espacial	Requerida Topologia de Rede	Nenhuma Topologia
Não é sensível ao tempo	Sensível ao tempo	Sensibilidade ao tempo misturada
Mais estático	Dinâmico	Histórico
Não é missão crítica	Freqüentemente missão crítica	Freqüentemente missão crítica
Poucos usuários	Muitos usuários	Muitos usuários

Fonte: adaptado de Castleberry (2000).

Kiernan (1996) também identifica três tipos de informações nas empresas de

¹⁶⁰ *Utilities* são as empresas que prestam serviços públicos independente de serem privadas ou não. São as empresas de Telecomunicações, Energia, Gás, Água e Esgoto.

¹⁶¹ Unbundling é o compartilhamento da rede das empresas incumbentes.

telecomunicações, para os quais propõem sistemas específicos:

- Sistemas de Informação Corporativo, com dados dos clientes e dos empregados, folha de pagamento, faturamento, contratos, dentre outros;
- Sistemas de Informação das Facilidades de Rede, onde dados de rede estão tipicamente em vários locais, de mapas e registros até sistema de gerencia de materiais, ordem de serviço, base histórica, dentre outros; e,
- Sistemas de Informação Geográfica que informam onde os clientes estão em relação ao patrimônio.

Crusi (1991) chama a atenção para o ambiente de negócios altamente competitivo por que passam as *utilities*, e sugere o uso de SIG como forma, em longo prazo, de diminuir custos e melhorar serviços.

Miller and Fischer (1996) propõem a integração dos sistemas AM/FM com aqueles legados pela empresa, podendo desta forma explorar o valor e a capacidade dos AM/FM.

Donaldson (1996) acredita que os sistemas AM/FM/GIS contribuirão para o sucesso das operadoras de telecomunicações sejam elas novas ou já estabelecidas, desde que os sistemas estejam direcionados para os problemas da empresa.

Neste ambiente de competição, segundo Miller and Fischer (1996), torna-se essencial saber, não somente quem são os clientes, mas também, onde eles estão.

Para Keirnan (1996), o SIG ajuda a determinar estratégias de investimentos baseadas em densidade demográfica, localização dos concorrentes e base de usuários.

Davison (1996) acredita que a chave da vantagem competitiva nas telecomunicações seja a velocidade. Produtos, serviços e mercado, todos devem ser avaliados e analisados tão rápido quanto possível. Isto significa conhecer a própria corporação, os competidores e o cliente. As oportunidades só poderão ser maximizadas se os clientes forem conquistados antes que os competidores descubram/reconheçam o nicho e diluam o retorno esperado.

Para Juhl (1998), no ambiente de competição há vencedores e perdedores e a componente SIG pode fazer a diferença entre ganhar ou perder. Nesta ambiente, é importante saber dados do tipo: onde mora o cliente, qual seu padrão de comportamento, tipos e serviços que prefere, quais facilidades temos a oferecer. Para o mesmo autor, “quem não antecipar as necessidades do cliente vai perdê-lo”.

Para Davison (1996), a competitividade acelerada está fazendo com que a

área de marketing assuma importância crescente nas empresas (elétrica, gás natural, telecomunicações), demonstrando sua utilidade não somente em manter o *marketshare* como em definir novas direções de crescimento.

Neste cenário o SIG aparece como ferramenta estratégica, como sugere Odenwalder (1996), deixando de ser utilizada somente para elaboração de projetos de rede e gerenciamento de patrimônio, mas sendo instrumento capaz de redirecionar a expansão da rede telefônica e a oferta de serviços. Tais transformações tornam o SIG elemento essencial da arquitetura de TI (tecnologia da informação), a exemplo das REBOC, que por mais de 20 anos foram campeãs na implantação de SIG e das firmas de celulares que usam SIG para locação de sites de células e estudos de propagação de ondas de rádio, desde a década de 80.

Além de ser utilizado como ferramenta pelas empresas de telecomunicações, o SIG pode valer-se das redes das operadoras para formar um ambiente de geoprocessamento distribuído, utilizando LAN, *workstations*, servidores de arquivos, PC, dispositivos periféricos e compartilhando protocolo TCP/IP, conforme relata Lin (1997), formando grandes sistemas empresariais.

6.5 SIG NA TELEBRÁS

Na visão de Pádua e Pereira (1991), para que o setor de telecomunicações mantivesse sua eficácia e custos para fazer frente à competição de mercado, deveria manter uma evolução tecnológica contínua nos serviços que viesse a oferecer, bem como nos processos a eles correlacionados.

O aparecimento de novas tecnologias, a integração do setor de telecomunicações com a área de informática, a queda no custo do hardware, o surgimento de softwares gráficos e o crescimento acelerado das plantas de telecomunicações são alguns dos fatores, indicados por Pádua e Pereira (1991), que têm alterado o paradigma da elaboração do planejamento e do projeto das redes telefônicas.

Os primeiros passos no sentido da automação de algumas facilidades de planejamento e projeto foram dados com a aquisição de softwares disponíveis no país, na época. Dentre eles destacam-se: CAD, Sistemas de Gerência de Banco de Dados e Linguagem de Quarta Geração. Somente em 1988 é que surgiu para

comercialização no mercado nacional um software de GIS¹⁶².

Segundo Câmara et al (1996), em meados da década de 90, o Sistema Telebrás possuía um acervo estimado de 300.000 plantas cadastrais¹⁶³ referentes à rede externa e com tendência de crescimento. Estudos realizados por Sanches e Boer (1991) davam conta de que a rede externa representava cerca de 40% do investimento das empresas operadoras e que igual parcela era consumida para operação e manutenção da mesma.

A necessidade de otimização da gerência destas plantas motivou a criação de um grupo de trabalho multidisciplinar, em meados de 1988, envolvendo especialistas das áreas de rede externa e computação, de algumas empresas operadoras, com o intuito de elaborar um documento preliminar de especificação de um sistema, para administrar todo desse acervo. Foi o nascimento do Projeto SAGRE.

Outros projetos de SIG não ligados a Rede Externa surgiram nas operadoras, como por exemplo: Projeto Relevo, citado por Tibúrcio (1994) e Sistema Gerencial do Serviço Móvel Celular, por Clementi (1994).

6.5.1 Projeto SAGRE

O projeto SAGRE prevê as funções de cadastramento da rede externa e mapeamento urbano, planejamento, estudos de mercado, projetos de engenharia e implantação e gerenciamento da operação e manutenção da rede externa, além de ser usado para unificar e integrar os cadastros e gerenciar de forma automática os recursos existentes, segundo Câmara et al (1996).

Ainda para os mesmos autores, o MUB (Mapa Urbano Básico) é um conceito fundamental na modelagem de sistemas, sendo que, em princípio, aplicações que envolvam serviços utilitários (telefone, gás, eletricidade, água) usam-no como base, porém variando seus elementos¹⁶⁴ de acordo com a aplicação.

¹⁶² Avaliações realizadas na época, pela Telemig, primeira empresa de telecomunicações no país a ter o ARC/INFO instalado em uma *workstation*, apontavam ser o ambiente deste produto mais favorável ao desenvolvimento do SAGRE que a alternativa CAD, conforme Pádua e Pereira (1991, p.450-451).

¹⁶³ São plantas da rede aérea, da canalização subterrânea e esquemáticos de cabos que representam a Rede Externa do sistema de telecomunicações. As plantas da rede aérea adotam as escalas 1:1.000 e 1:500, sem qualidade cartográfica.

¹⁶⁴ Segundo Especificações Técnicas de Conversão de Dados, versão 1.0, em CPqD/Telebrás (1995), são elementos do MUB: quadra existente, quadra planejada, divisa de lote, linha central, hidrografia, obras de arte, acidentes geográficos, faixa domínio, limite municipal, limite estadual, grade UTM, edificações de destaque, imóvel, meio fio e testada de lote.

Sobre o MUB são localizados os equipamentos de rede, desenhados os percursos das redes de canalização e aéreas e localizados os esquemáticos de detalhes. Assim sendo o processo de conversão, das informações existentes em papel para o computador, é reconhecidamente o passo mais caro dentro do ciclo de vida do SAGRE como um todo, conforme salientam Argondízio et al (1993). Os mesmos autores fornecem informações sobre a conversão de dados no SAGRE.

Na definição de Magalhães et al (1994):

O SAGRE consiste de um conjunto integrado de software para automatizar os diversos processos relacionados ao cadastro, planejamento, projeto, implantação, operação, manutenção, expansão e gerência da Rede Externa das Empresas Operadoras do Sistema.

Esta definição lhe confere as características de um projeto de mapeamento automático / gerência facilidades (AM/FM) capaz de prover as Operadoras Regionais de Telecomunicações de ferramentas que automatizassem ao máximo os processos de planejamento, projeto, operação e manutenção das respectivas redes externas¹⁶⁵, segundo Magalhães (1996). Para Câmara et al (1996) o SAGRE é um típico sistema de AM / FM construído sobre um SIG.

Segundo Souza et al (1995), a implantação¹⁶⁶ do SAGRE requer a construção de bases de dados de grande porte, complexas e de construção custosa e demorada. Isto torna crítico o processo de formação das bases. Em função desta argumentação foi proposto um projeto piloto de conversão de dados com a finalidade, dentre outra, de avaliar estratégia de conversão, especificações técnicas, método de aceitação, forma de contratação.

6.6 SIG NA TELEFONIA FIXA

Após a privatização das telecomunicações, o país foi dividido em áreas de concessão para a telefonia fixa e independente do tamanho as áreas, a Anatel estipulou metas para as operadoras que atuam nestas áreas.

Com relação às metas que envolvem localidades¹⁶⁷, segundo Magalhães e Montanha (2003), a primeira dificuldade que as operadoras irão encontrar é

¹⁶⁵ Neste contexto o autor define como rede externa: as facilidades de rede que permitem disponibilizar aos assinantes os serviços de telecomunicações.

¹⁶⁶ Experiências na implantação de SIG nas telecomunicações são encontradas em Santos e Santos (1996) e Menezes et al (1996).

¹⁶⁷ Atender com STFC todas as localidades com mais de 300 habitantes até 31 de dezembro de 2005.

identificar as referidas localidades. Algumas regiões podem dispor de mapas com precisão suficiente para a identificação, mas nem sempre isto é possível.

Com relação às metas de TUP¹⁶⁸, foi necessário um trabalho de campo para levantar as coordenadas de todos os telefones de uso público com posterior cadastramento e verificação dos requisitos da Anatel, principalmente distância entre TUPs.

Segundo Magalhães e Montanha (2003), para uma ou outra das situações acima, as operadoras necessitaram de sistemas AM/FM/GIS e os requisitos da Anatel, motivaram o uso de sofisticada tecnologia de informação geoespacial, possibilitaram uma avaliação de mapas, permitiram a introdução de tecnologia e o desenvolvimento profissional de muitas pessoas no setor de telecomunicações.

6.7 SIG NA TELESC

Inicialmente, como em todas as empresas operadoras do Sistema Telebrás, os mapas eram desenhados à mão, com nanquim em folhas de papel vegetal. No caso da TELESC, as informações que compunham os mapas urbanos, sobre os quais se desenhavam os cabos da rede telefônica, provinham de mapas das prefeituras, levantamento em campo sem qualquer preocupação cartográfica, ampliações pantográficas de fotos aéreas, croquis de imobiliárias, etc. Todo este conjunto de plantas pode ser agrupado em:

- **plantas da rede aérea**, nas escalas 1:1000 e 1:500, são mapas urbanos com arruamentos, edificações, posteação, elementos da rede aérea e traçado da ATB;
- **plantas da rede subterrânea**, nas escalas 1:1000 e 1:500, são mapas urbanos somente com informações dos locais por onde passa a rede subterrânea: nome de ruas, pontos de referência, traçado da canalização subterrânea com suas peculiaridades, dentre outros;
- **mapa chave da rede aérea**, na escala 1:10.000, são mapas urbanos, com traçado das ruas, da canalização subterrânea, da ATB, das seções de serviço com seus armários, localização da central telefônica porém não contém as edificações. Serve também para identificar a articulação das

¹⁶⁸ Atender com pelo menos 1 TUP todas as localidades entre 100 e 300 habitantes até 31 de dezembro de 2005. Nas localidades com mais de um TUP estes devem estar distantes no máximo 300 metros entre si.

plantas da rede aérea;

- **detalhes de rede:** desenhos, esquemas e diagramas unifilares, que tem o objetivo de melhor informar situações de um projeto ou obra em campo;
- **cartas do IBGE**, nas escalas 1:50.000 ou 1:100.000, para projeto das torres de rádio, micro ondas e fibra óptica;
- excepcionalmente, para a cidade de Florianópolis existe um conjunto de plantas, adquirido do IPUF, na escala 1:10.000, do ano de 1979.

Todos estes mapas, plantas, desenhos e os esquemáticos da rede primária constituem o acervo de dados sobre os cabos implantados, permitindo a elaboração de planejamentos e projetos de expansão da rede telefônica.

No início dos anos 90, a TELESC lançou edital para implantação de um SIG. Porém diante das vantagens oferecidas pelo SAGRE o processo foi cancelado.

Segundo Ferrari (1996), em 1994 foi criada a Comissão Estadual de Geoprocessamento – CGEO, e a partir do ano seguinte a TELESC participou ativamente como organização convidada, propiciando que em suas dependências fosse realizado o 1º Encontro Estadual de SIG em Santa Catarina, ocorrido em agosto daquele ano. Atuou também junto a Câmara Temática Urbana da Comissão, que tratava da implantação de sistemas de geoprocessamento nível urbano.

Dificuldades como as citadas por Crusi (1991): custos extremamente altos para conversão de dados e o alto risco devido à incerteza dos benefícios a longo prazo, atrasaram a implantação do SIG na TELESC.

Na segunda metade dos anos 1994, as próprias empreiteiras é que forçaram o uso de softwares de CAD na confecção dos mapas da rede aérea canalização subterrânea e mapas chave, visto que o custo de um desenhista estava se tornando alto comparado a um usuário de CAD.

Neste período a Telesc foi convidada para participar da Comissão de Geoprocessamento do Estado como ouvinte.

Visto que a base para a implantação do SAGRE é o mapa urbano básico, procurou-se junto aos órgãos Prefeitura, Casan e Celesc um entendimento para contratar um voo e ratear os custos. Face às divergências técnicas entre os requisitos de alguns órgãos, tornou-se inviável tal associação. Posteriormente procurou-se elaborar um termo de cooperação mútua entre Telesc e Celesc, visto que os interesses e as necessidades técnicas eram bastante coincidentes, como pode ser constatado em Monteiro, Lajús e Loch (1998).

Em função da privatização que ocorreu na Telesc, as negociações foram canceladas e as empresas passaram a serem vistas como futuras competidoras na área de telecomunicações.

6.8 SIG NA BRASIL TELECOM S.A.

Segundo Magalhães e Montanha (2003), em função do PGMU da Anatel, as operadoras desenvolveram algum projeto de AM/FM/GIS. Na BrT foi implantado o SGTUP (Sistema de Gerência de Telefone de Uso Público) com as atribuições de: verificar distância de 300 metros entre TUPs; traçar mancha urbana; simular remanejamento de TUPs; e traçar limite de municípios, dentre outras. Para o desempenho destas funções, são usadas imagens de satélite, Landsat 7 com resolução de 15 metros.

A Figura 6.1 mostra uma composição de duas telas do SGTUP. Na tela a) identificam-se a Ilha de Santa Catarina e parte do continente, em uma imagem de satélite. Os pontos em vermelho são as posições dos telefones públicos (orelhões). A tela b) é um detalhamento da tela a). Os pontos vermelhos continuam indicando os telefones públicos. Em torno de cada ponto vermelho é formando um círculo em cinza com raio de 300 metros, indicando a área de abrangência do TUP, segundo padrões da Anatel.

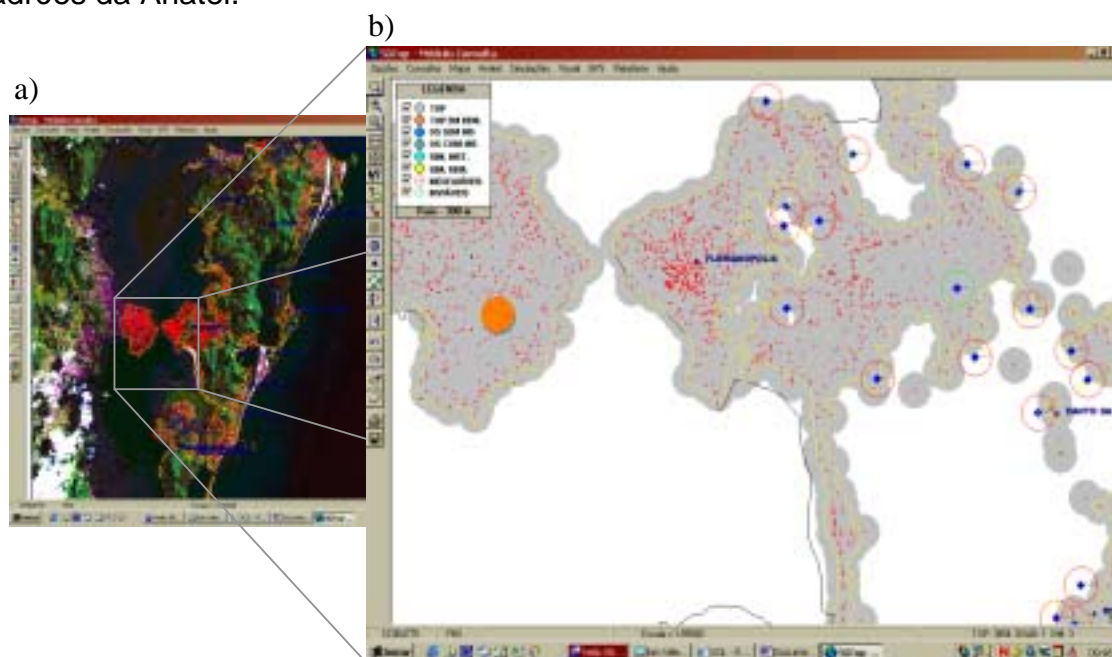


Figura 6.1: Telas do aplicativo SGTUP.

Os pontos azuis indicam os locais onde são necessárias novas instalações de TUP, para cobrir as áreas em branco. A circunferência vermelha indica o limite para um raio de 300 metros. O círculo laranja indica a área com raio de 300 metros, para um telefone selecionado. As manchas urbanas, delimitadas em traço amarelo, foram definidas a partir das imagens de satélite associada com coordenadas dos TUP obtidas em campo. Todas as imagens, as manchas urbanas, as coordenadas dos TUP e das localidades estão armazenadas em um servidor em Brasília e as operadoras acessam-no para fazerem consultas e atualizações.

O SGTUP foi desenvolvido em Visual Basic sobre a ferramenta GIS MaxiCad/dbMapa da empresa MaxiData.

Está em andamento na BrT um projeto que prevê tomada de fotografias aéreas em escala 1/25.000, geração de ortofotos em escala compatível com 1/5.000 e fornecimento de base de dados para as áreas de Análise de Mercado e Engenharia de Redes. Para o ano de 2004 os investimentos nesta área foram zerados.

6.9 CONCLUSÃO

A crescente penetração do SIG nos mais diversos setores de atividade humana deve-se a evolução dos softwares e hardwares associada à queda em seus custos.

A entrada do SIG nas telecomunicações foi precedida pelo acultramento e uso das ferramentas gráficas disponíveis através de softwares de uso comercial. O atraso da entrada do SIG neste setor deve-se ao alto custo da aquisição de dados, porém o surgimento de novas técnicas de coleta de informações e o desenvolvimento de softwares e hardwares mais potentes tendem baixar essa barreira.

Observa-se no mercado uma convergência entre AM/FM e SIG com o surgimento de produtos que oferecem o melhor de ambos, que sejam mais amigáveis quanto a operacionalidade e robustos quanto à manipulação de dados.

No Brasil, após a privatização das telecomunicações, a Anatel impôs metas a serem atendidas pelas operadoras, cuja operacionalização tornou indispensável a utilização de uma solução de geoprocessamento.

CAPÍTULO VII

MÉTODO PARA PROSPECÇÃO DE MERCADO DE DADOS

“Divide e impera.”
Maquiavel

7.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo inicia definindo segmentação de mercado e comenta a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Em seguida, descreve o método proposto para prospecção do mercado de dados e discorre sobre sua implementação em meio computacional. É apresentado um fluxo de consulta com exemplos de telas do sistema computacional implementado. Na seqüência é realizado um estudo de caso com o produto *Frame Relay* e apresentadas as considerações decorrentes.

7.2 SEGMENTAÇÃO DO MERCADO

Para Berrigan e Finkbeiner (1994) a segmentação do mercado é a divisão de clientes organizando-os em grupos que podem ser identificados pelas características de seus componentes. Os mesmos autores sugerem que a segmentação não deva ser complicada demais para que seja eficaz.

Segundo Weinstein (1995) a segmentação é um processo de divisão do mercado, formando grupos de consumidores que apresentam características e/ou potenciais necessidades semelhantes e que provavelmente apresentarão comportamento de compra similar.

A segmentação do mercado possibilita conhecer melhor os clientes, uma vez que, dados relativos aos mesmos são tabulados e analisados permitindo que se promova uma atuação mais eficiente na oferta de produtos e serviços.

Para Engel, Blackwell and Miniard (1993) vários fatores (ou bases) podem ser usados para segmentar o mercado, por exemplo: fatores geográficos, demográficos, psicográficos, comportamental ou de situação de uso.

Berrigan e Finkbeiner (1994) organizaram os processos tradicionais de segmentação em quatro classes:

- **firmográfica:** trabalha com características objetivas e facilmente verificadas das empresas, como por exemplo, localização geográfica, tamanho da empresa, quantidade de empregados, número de filiais e código da atividade econômica;
- **unidade de tomada de decisão:** baseia-se em características organizacionais da empresa que refletem na tomada de decisão;
- **uso/utilização:** baseia-se no volume de compra da empresa; e
- **produto:** baseia-se em produtos/serviços ou suas características.

Para Weinstein (1995), por si só os fatores geográficos, usados como atributos físicos na segmentação firmográfica, podem definir outra segmentação, que o autor classifica de 'geográfica'.

O método proposto não adota uma única segmentação, embora esteja fortemente voltado para a firmográfica. O processo como um todo se vale das características de cada uma das quatro segmentações elencadas no item 7.2. Pode ocorrer que alguma das características não fique bem explicitada na implementação computacional do processo, mas deve ser considerada na análise dos resultados por quem vai utilizar o método.

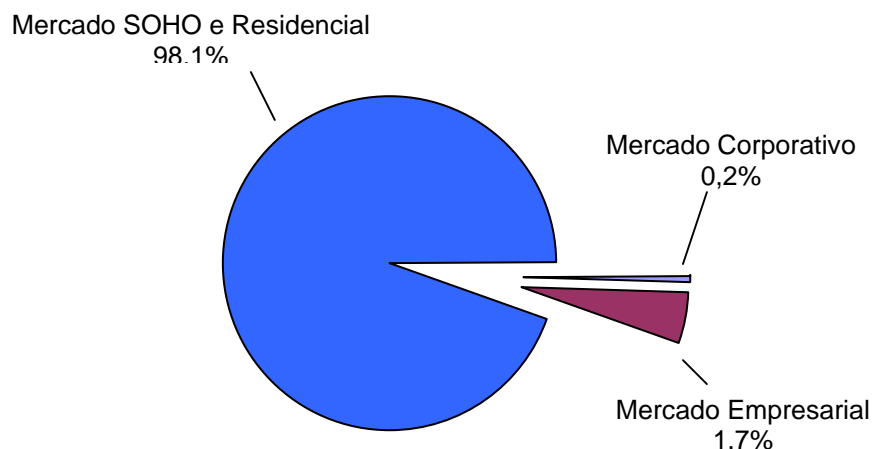
7.2.1 Segmentação do Mercado na BrT

A BrT filial de Santa Catarina na segmentação de mercado de seus clientes adota as seguintes categorias:

- **mercado corporativo** – abrange grandes empresas, provedores e o governo como clientes;
- **mercado empresarial** – são todas as pequenas e médias empresas;
- **mercado SOHO** – pequenos escritórios e trabalho em casa; e
- **mercado residencial** – todas as pessoas que residem em Santa Catarina.

O Gráfico 7.1 mostra percentualmente a segmentação do mercado no estado. Observa-se que o mercado residencial e SOHO estão unidos e correspondem a maior porcentagem dos clientes no mercado de telecomunicações.

Gráfico 7.1: Segmentação do mercado de telecomunicações.



Segmentações mais detalhadas poderão ocorrer, na medida em que os estudos de mercado assim o exigirem.

7.3 CLASSIFICAÇÃO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS

Parte importante do método proposto está apoiada na classificação dada às atividades econômicas desenvolvidas pelas empresas.

Toda empresa ao ser constituída informa a(s) atividade(s) que propõe realizar. Estas atividades devem estar relacionadas no rol das atividades que compõem a Classificação Nacional de Atividades Econômicas.

A CNAE foi elaborada para uso federal e oficializada mediante publicação no Diário Oficial da União de 26/12/1994, sendo compatível com a classificação internacional no âmbito da ONU. Seu uso possibilita a padronização da classificação das atividades econômicas desenvolvidas no país, oferece uma maior integração entre as três áreas administrativas do governo, facilita o intercâmbio de informações com órgãos externos e contribui para a qualidade da estatística nacional, segundo o próprio manual da CNAE¹⁶⁹.

Necessidades administrativas na esfera do governo e sobre tudo na área tributária no âmbito federal, estadual e municipal, provocaram um desdobramento adicional às classes da CNAE, surgindo a CNAE-Fiscal. Esta foi elaborada com a participação de representantes de Estados e Municípios de capitais, sob a

¹⁶⁹ Disponível em <<http://www.fazenda.gov.br>> e acessado em 13 abril 2004.

coordenação da Secretaria da Receita Federal (SRF) e orientação técnica do IBGE, sendo aprovada e divulgada pela Comissão Nacional de Classificação (CONCLA)¹⁷⁰ e oficializada através da Resolução 01 de 25/06/98. O Quadro 7.1 ilustra a estrutura de níveis que compõe a CNAE e CNAE-Fiscal.

Quadro 7.1: Composição da CNAE-Fiscal.

Nome	Nível	Número de Grupamentos	Identificação
Seção	Primeiro	17	Código alfanumérico de 1 dígito
Divisão	Segundo	59	Código numérico de 2 dígitos
Grupo	Terceiro	218	Código numérico de 3 dígitos (*)
Classe	Quarto	562	Código numérico de 4 dígitos (*) + DV
Subclasse CNAE-Fiscal	Quinto	1094	Código numérico de 7 dígitos (*)

(*) os códigos indicados estão integrados no nível imediatamente anterior.

DV – Dígito Verificador, gerado por operação aritmética para controle de qualidade.

Fonte: Manual de Orientação da Codificação em CNAE – Fiscal, Versão 2000.

A identidade econômica das unidades produtivas nos cadastros administrativos é dada pelo código a sete dígitos das subclasses CNAE-Fiscal, que corresponde ao nível de maior detalhe da classificação nacional, segundo o Manual de Orientação da Codificação em CNAE-Fiscal versão 2000.

Observa-se que o quinto dígito – dígito verificador (DV) da Classe CNAE vai compor a CNAE-Fiscal ou Subclasse. O Quadro 7.2 apresenta um exemplo de uso da CNAE e CNAE-Fiscal.

Quadro 7.2: Exemplo de uso da CNAE e CNAE-Fiscal.

CNAE	Hierarquia	Número	Descrição
CNAE	Seção	D	Indústria de Transformação
	Divisão	15	Fabricação de produtos alimentícios e bebidas
	Grupo	159	Fabricação de bebidas
	Classes	1595-4	Fabricação de refrigerantes e refrescos
CNAE-Fiscal	Subclasse	1595-4/01	Fabricação de refrigerantes
	Subclasse	1595-4/02	Fabricação de refrescos, xaropes e pós para refrescos

A CNAE segue a estruturação da *International Standard Industrial Classification* (ISIC), terceira revisão, preconizada pelas Nações Unidas com o intuito de compatibilizar no nível internacional informações capazes de produzir e disseminar estatísticas econômicas.

O Quadro 7.3 descreve as seções e indica a faixa de numeração da Divisão que compõem a CNAE.

¹⁷⁰ A CONCLA instituída pelo Decreto n.1264 de 11/10/1994 referendou a CNAE como classificação oficial para uso tanto no sistema estatístico como nos regimes administrativos.

Quadro 7.3: Descrição das Seções.

Seção	Descrição da Seção	Divisão
A	Agricultura, Pecuária, Silvicultura e Exploração Florestal	01 ... 02
B	Pesca	05 ... 05
C	Indústria Extrativa	10 ... 14
D	Indústria de Transformação	15 ... 37
E	Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água	40 ... 41
F	Construção	45 ... 45
G	Comércio; Reparação de Veículos Automotores, Objetos Pessoais e Domésticos	50 ... 52
H	Alojamento e Alimentação	55 ... 55
I	Transporte, Armazenagem e Comunicações	60 ... 64
J	Intermediação Financeira	65 ... 67
K	Atividades Imobiliárias, Aluguéis e Serviços Prestados às Empresas	70 ... 74
L	Administração Pública, Defesa e Seguridade Social	75 ... 75
M	Educação	80 ... 80
N	Saúde e Serviços Sociais	85 ... 85
O	Outros Serviços Coletivos Sociais e Pessoais	90 ... 93
P	Serviços Domésticos	95 ... 95
Q	Organismos Internacionais e Outras Instituições Extraterritoriais	99 ... 99

Fonte: adaptado de Manual de Orientação da Codificação em CNAE – Fiscal, Versão 2000.

O Manual de Orientação da codificação em CNAE, em suas notas explicativas, exemplifica as classes que compreendem e as que não compreendem cada divisão.

7.4 DESCRIÇÃO DO MÉTODO

O método proposto aplica-se a qualquer produto de dados e parte de seu processo está apoiada na atividade econômica desenvolvida pelas empresas e no seu CNPJ. A descrição do método está baseada na Figura 7.1.

O método identifica dois ambientes:

- **ambiente interno da operadora:** onde estão as **Bases Internas** que são os cadastros, arquivos e registros, com informações de clientes, do tipo razão social, endereço, produto ou serviço que usa, histórico das faturas e das ordens de serviço, por exemplo. Neste ambiente está implementado o método; e
- **o ambiente externo à operadora:** de onde provem as **Bases Externas** com informações que vão auxiliar na aplicação do método, como por exemplo: informações sobre empresas que atuam no mercado catarinense, dados do IBGE sobre o censo e suas projeções e dados sobre atividades econômicas. Os dados têm origem em órgãos legitimamente constituídos.

Ações tomadas no ambiente externo:

- a) **Pesquisar as bases disponíveis** - esta etapa consiste em pesquisar nos

órgãos governamentais, ou não governamentais porém oficialmente reconhecidos, a existência de bases com informações sobre empresas; e

- b) **Adquirir bases externas** - verificar junto a estes órgãos a possibilidade de aquisição das bases de dados e adquiri-las. Preocupar-se com aquisições periódicas em face da frequência com que os dados são atualizados.

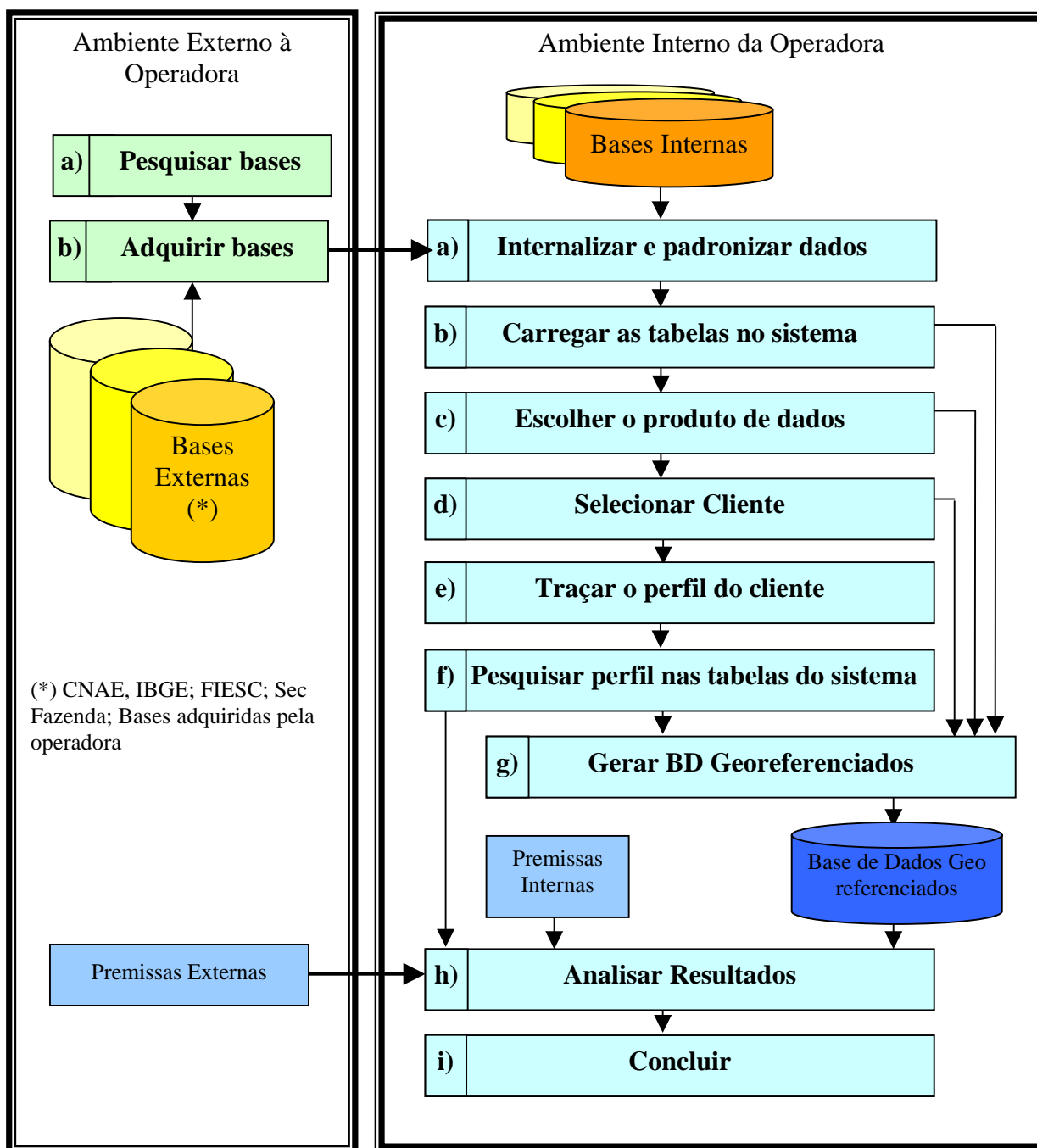


Figura 7.1: Esquema do Método Proposto.

Ações tomadas no ambiente interno:

- a) **Internalizar e padronizar dados** - nesta etapa a internalização consiste em trazer para dentro do ambiente da operadora as informações adquiridas fora da empresa. Na seqüência, tanto os dados internos quanto os externos são analisados com o objetivo de eliminar inconsistências, padronizar¹⁷¹ conceitos e nomenclaturas da base e definir campos que sejam chaves, para estabelecer os relacionamentos;
- b) **Carregar as tabelas no sistema** - nesta etapa são criadas e carregadas todas as tabelas que compõem o sistema. Dentre as informações carregadas estão aquelas que descrevem a topologia das redes de dados da operadora. Para tanto, são identificados os pontos de presença do produto de dados e as regras¹⁷² para sua utilização. Cada produto tem uma tabela específica;
- c) **Escolher o produto de dados** - aqui é selecionado o produto de dados cujo mercado é analisado. Nesta etapa faz-se uma 'segmentação por produto' para saber quem são os atuais clientes do produto cujo mercado se quer prospectar;
- d) **Selecionar Cliente** – nesta etapa um cliente é selecionado, seja por características organizacionais (segmentação por unidade de tomada de decisão), seja por volume de compra da empresa (segmentação por uso/utilização) ou por produto/serviço ou suas características (segmentação por produto), ou atividade econômica, ou qualquer outro fator a critério do analista de mercado. Nesta escolha, o sentimento sobre mercado e a experiência do analista são de extrema importância. O cliente selecionado terá seus dados usados como parâmetros para as pesquisas do mercado;
- e) **Traçar o perfil do Cliente** - esta etapa é realizada pelo sistema e nela são pesquisadas todas as tabelas com dados necessários para compor o perfil do cliente. A pesquisa é realizada tendo por chave a raiz do CNPJ para que todos os estabelecimentos de uma mesma empresa possam ser

¹⁷¹ É comum, quando se trabalha com arquivos de diversas origens, encontrarem-se campos que tenham o mesmo significado porém preenchidos de forma diferente, por exemplo: uso de palavras acentuadas x palavras não acentuadas; códigos numérico x código alfa-numérico; espaço com branco x vazio; palavras escritas com diferentes ortografias ou uso não padronizado de abreviaturas.

¹⁷² Exemplo de regra: um determinado produto/serviço só pode ser oferecido num tipo específico de central telefônica, portanto só poderá ser disponibilizado onde houver aquele tipo de central.

contabilizados. Cuidado adicional deve ser tomado visto que algumas empresas embora tenham o mesmo nome possuem raízes CNPJ diferentes. As informações coletadas das Bases Internas e Externas são reunidas em três grupos:

- **informações administrativas**, sendo as mais significativas: razão social, ramo de atividade, figuração na lista telefônica, endereço, CNPJ, raiz do CNPJ, endereço, complemento do endereço, localidade, município, quantidade e localização das filiais, quantidade de empregados por filial.
- **informações financeiras**, sendo as mais significativas: valores das faturas estratificados por produto e por circuito;
- **informações técnicas**, sendo as mais significativas: qual produto ou serviço usado, número do circuito, velocidade contratada e qual estação que disponibiliza o serviço ao cliente.

Vale ressaltar que as particularidades de cada produto influem no perfil do cliente, implicando que um mesmo usuário poderá ter perfis diferentes para diferentes produtos;

- f) **Pesquisar perfil nas tabelas do sistema** - nesta etapa usa-se como chave a CNAE (não a CNAE-Fiscal porque restringiria muito a pesquisa) para procurar em todas as tabelas que tratam de empresas, quais têm a mesma CNAE do cliente escolhido. Optou-se por não fazer a consulta pelo porte da empresa (quantidade de filiais e/ou número de funcionários, por exemplo) para não torná-la muito seletiva. O sistema permite que a tabela resultado da pesquisa possa ser filtrado e classificado dentro do sistema, ou que seja exportada para o Excel, a fim de proporcionar maior flexibilidade no tratamento dos dados;
- g) **Gerar base de dados georeferenciados** - esta etapa consiste em gerar mapas temáticos para posterior análise. São identificados quatro momentos do método nos quais as informações são importantes o suficiente para justificar a geração de mapas temáticos:
 - na carga das tabelas, item 'b': informações do tipo distribuição das indústrias no Estado, distribuição de empresas no Estado, distribuição da população e renda média por município;
 - na escolha do produto de dados, item 'c': mostrar quais municípios já

tem o produto escolhido;

- ao selecionar um cliente para traçar o perfil, item 'd': o mapa temático mostra a abrangência da empresa no Estado; e
- na pesquisa de empresas com perfil selecionado, item 'e': o mapa temático identifica em que municípios do estado existem empresas com o perfil indicado.

h) **Analisar resultados** - nesta etapa são reunidos para análise:

- os resultados das pesquisas do perfil nas tabelas do sistema;
- os mapas temáticos correspondentes ao produto, ao cliente e ao mercado;
- **as premissas Internas** - são informações tomadas a nível gerencial que norteiam as ações da operadora. Por exemplo: determinado produto de dados vai ser substituído por tecnologia mais moderna; e
- **as premissas Externas** - são comportamentos que o mercado externo sinaliza e que podem influenciar na comercialização de determinado produto. Por exemplo: governo incentiva exportação de produtos rurais; mercado se manterá retraído durante certo período.

Com a relação dos possíveis candidatos a usarem o produto, todos são analisados individualmente. Consta da análise, verificação junto aos consultores do histórico das empresas, quanto a dissoluções, insolvências, fusões, aquisições, falências, expansões, mudança de razão social, ou qualquer outra informação relevante que os mesmos possam fornecer. É verificado também se a empresa não tem o produto, se já teve, se tem é possível oferecer mais velocidade para o produto, se está no concorrente além de outros detalhes que possam surgir no decorrer da análise.

Feita esta triagem, ficam as empresas nas quais se verifica um potencial de compra de produtos. Nesta etapa são realizados os cálculos de investimento e receita para saber da viabilidade econômica do empreendimento.

i) **Concluir** - de posse das análises e dos resultados é necessária uma prospecção em campo para validar as informações, avaliar o custo/benefício e delinear as ações a serem desencadeadas para a conquista de novos clientes. O atendimento ao cliente passa por um processo não só econômico-técnico-financeiro, envolve também a fixação

da marca da operadora no mercado.

Desta forma o método fica explicado, na medida em que foram detalhados os ambientes interno e externo à operadora.

7.5 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

Para facilitar a aplicação do método, desenvolveu-se, durante a pesquisa, um sistema denominado: **Sistema de Prospecção de Mercado de Dados (SPMD)**, que interage amigavelmente com o analista de mercado na tarefa de prospecção de clientes. O sistema reúne em um único ambiente todas as bases de dados, internas e externas à operadora, e cria tabelas que são exportadas para o SIG com a finalidade de gerarem mapas temáticos. Estes mapas, as tabelas de resultado das consultas e as premissas vão fornecer subsídios para atuações no mercado de dados.

7.5.1 Softwares e hardware para implementação do sistema

Foram usados, para implementação do método proposto:

- Sistema Operacional Windows 2000, Gerenciador de Banco de Dados Access 2000 e Planilha de Cálculo Excel 2000.
- SIG ArcView, licenciado pela Imagem¹⁷³ para a BrT, versão 8.2.
- Estatcart – Sistema de recuperação de Informações georreferenciadas, versão 2.0, do IBGE; e
- PC Pentium III, 933MHz CPU, 124 MB RAM e 20GB HD.

Os mapas temáticos foram gerados no ArcView. O Estatcart, embora possa gerar mapas temáticos, foi utilizado somente para fornecimento de dados do IBGE.

7.5.2 Bases de Dados

Para a implementação do SPMD foram utilizadas bases de dados internas e externas. As bases internas têm origem nos sistemas SAC¹⁷⁴, SAF¹⁷⁵ e CODEC¹⁷⁶

¹⁷³ Imagem – empresa que comercializa o Software no Brasil.

¹⁷⁴ O SAC é um sistema para atendimento ao cliente. Ele foi desenvolvido em NATURAL sob banco de

da operadora. As bases externas tiveram origem na Secretaria da Fazenda, informações adquiridas pela operadora, FIESC e IBGE, e estão detalhadas a seguir.

a) Base de Dados Originada da Secretaria da Fazenda

A Secretaria da Fazenda do Estado forneceu uma base com 151.056 registros, representando as empresas ATIVAS em Santa Catarina, no ano de 2003. Esta base foi transferida para a tabela 'T_Sec_Fazenda'. A Figura 7.2 identifica a tabela 'T_Sec_Fazenda' e seus campos, iniciando com 'Inscrição Estadual' e finalizando com 'CNAE Fiscal 5'. Observa-se que a Secretaria da Fazenda adota até cinco CNAE para identificar as atividades de uma empresa. Isto porque algumas empresas possuem mais que uma atividade e uma só CNAE não seria suficiente para caracterizá-las. A mesma figura identifica um relacionamento 1 para 1, entre as tabelas 'T_Sec_Fazenda_Município' e 'T_Sec_Fazenda', que associa a cada Código do Município o seu Nome.

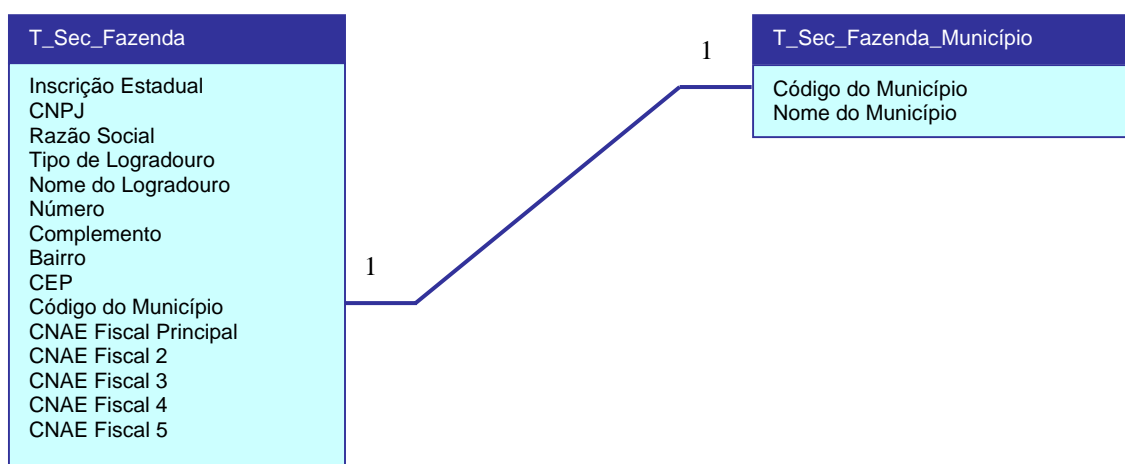


Figura 7.2: Esquema da Tabela da Secretaria da Fazenda.

Pelo método proposto, a tabela 'T_Sec_Fazenda', por ter valores que podem ser distribuídos por municípios, gera um mapa temático, mostrando a distribuição das empresas no Estado, conforme mostrado na Figura 7.3.

dados ADABAS. Este sistema roda sobre equipamento IBM instalado em Brasília.

¹⁷⁵ O SAF é um sistema para atendimento financeiro da Operadora. Está instalado em Brasília. Foi desenvolvido em NATURAL ADABAS sobre mainframe IBM.

¹⁷⁶ CODEC é um sistema que controla o desempenho dos clientes de dados.

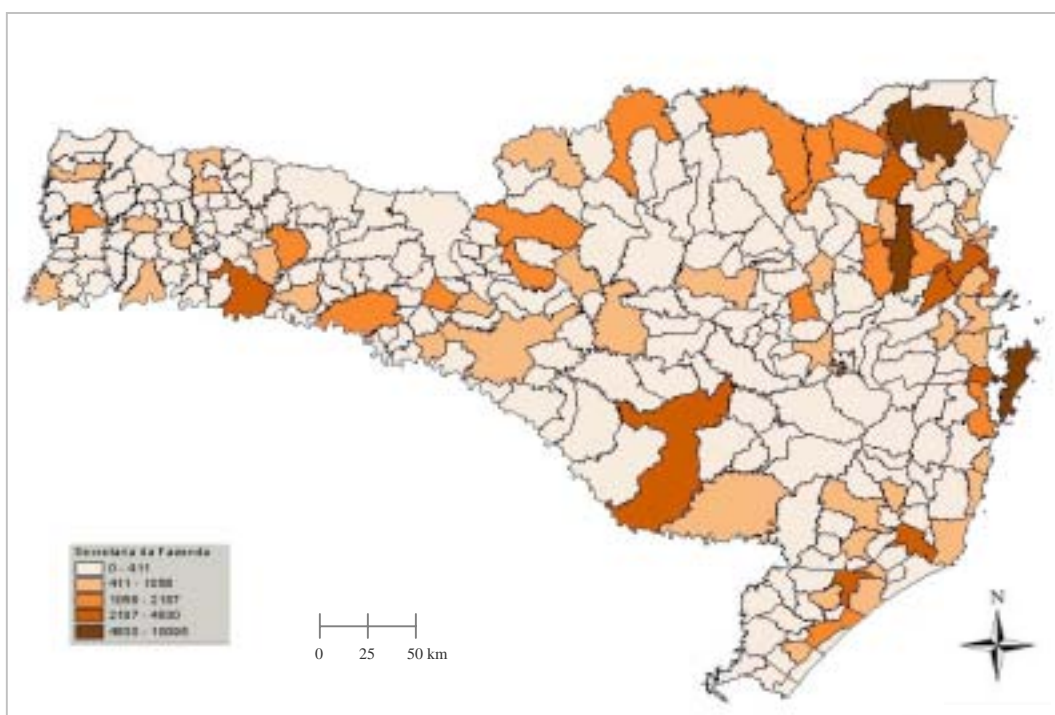


Figura 7.3: Distribuição das empresas segundo a Secretaria da Fazenda.

Observa-se no mapa a maior concentração de empresas nos municípios de Florianópolis, Blumenau e Joinville.

b) Base de Dados Adquirida pela Operadora

A Figura 7.4 mostra o esquema da base de dados adquirida pela operadora para prospectar o mercado, com 249.532 registros.

T_Base_Externa
Razão Social
CNPJ
Endereço
CEP
DDD
Fone
Número de Funcionários
CNAE

Figura 7.4: Esquema da Tabela da Base Externa.

Embora tenha poucos campos, a importância desta base reside no fato de conter a informação quantidade de funcionários indicada no campo 'Número de Funcionários'.

c) Base de Dados Originada da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina

A Figura 7.5 mostra o esquema da base de dados da FIESC com 4.946 indústrias¹⁷⁷.

T_FIESC
Razão Social
CNPJ
Endereço
CEP
DDD
Fone
Fax
Site
e-mail
Ano de Fundação
Número de Funcionários
CNAE1
CNAE2
Produtos
Diretores

Figura 7.5: Esquema da Tabela da FIESC.

As informações da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC) foram carregadas na tabela 'T_FIESC' e geraram o mapa temático da Figura 7.6.

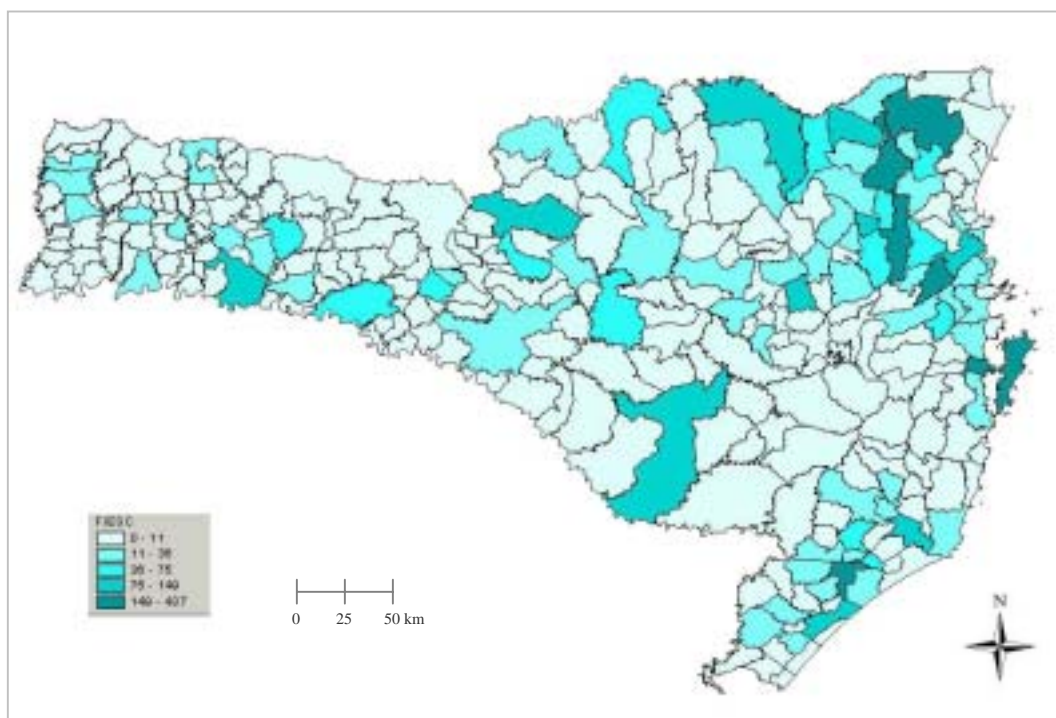


Figura 7.6: Distribuição das indústrias segundo arquivo da FIESC.

¹⁷⁷ Consulta realizada em dezembro de 2003.

A FIESC disponibilizou gratuitamente o seu cadastro de clientes, por dois meses, no site www.fiescnet.com.br, para a elaboração deste trabalho.

d) Base de Dados do IBGE

A Figura 7.7 mostra o esquema da base de dados do IBGE referente à população com base no Censo 2000 – Resultado do Universo.

T_IBGE_População	
Código do Município	
Nome do Município	
População Rural	
População Urbana	
Quantidade de residências Rurais	
Quantidade de residências Urbanas	

Figura 7.7: Esquema da Tabela do IBGE.

As informações do IBGE sobre população foram projetadas para o ano de 2004 e carregadas na tabela 'T_IBGE_População' e geraram o mapa temático da Figura 7.8.

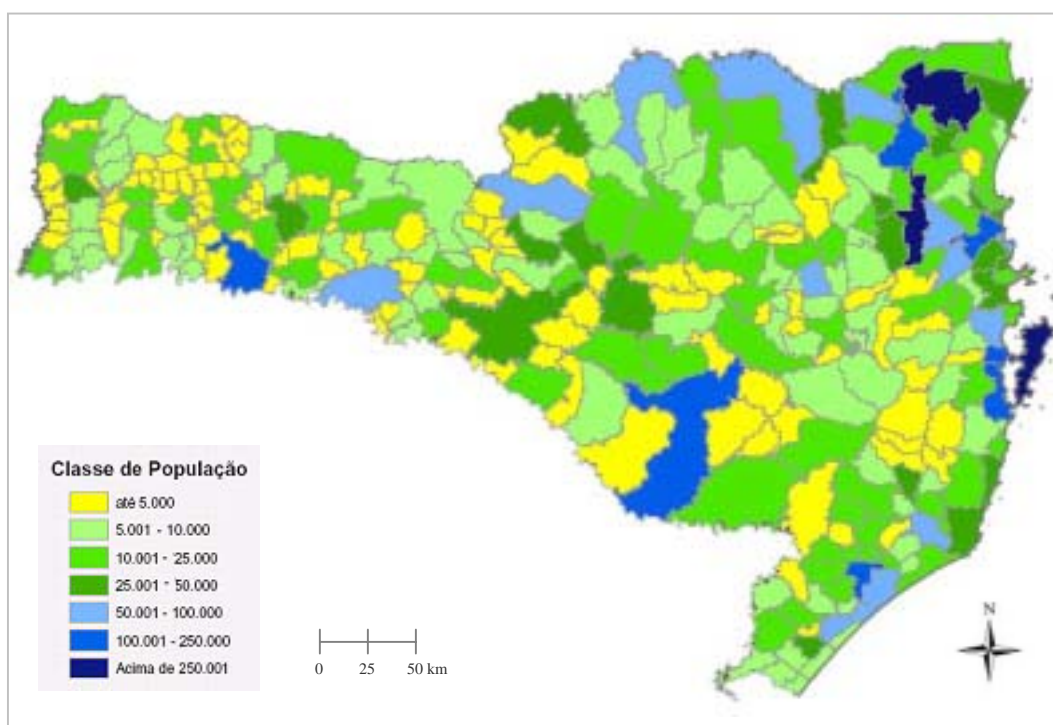


Figura 7.8: Distribuição da população projetada para 2004.

Também do IBGE obtiveram-se as informações da classificação da atividade econômica (CNAE), que foram carregadas na tabela 'T_CNAE', cujo esquema está na Figura 7.9.

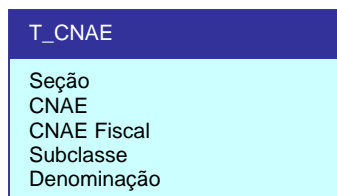


Figura 7.9: Esquema da Tabela da CNAE.

Além destas bases externas, o método prevê inclusão de outras bases, à medida que forem identificadas e possam ser adquiridas para inclusão no sistema.

7.5.3 Agrupamento das Bases de Dados

As bases de dados internas e externas compõem três grupos de informações. Estas informações formam o perfil do cliente que é tomado como modelo para a pesquisa de mercado. Os três grupos de informações são:

- Informações Administrativas

Informações administrativas são extraídas do SAC e importadas para dentro do SPMD. A Figura 7.10 mostra esquematicamente a tabela de clientes 'T_Clientes_Produto' e seu relacionamento com a tabela 'T_CNPJ_CNAE' que associa a cada CNPJ do Cliente sua CNAE correspondente. Por praticidade, foi incluída a tabela 'T_CNAE' que contém a descrição de cada Código de Atividade.

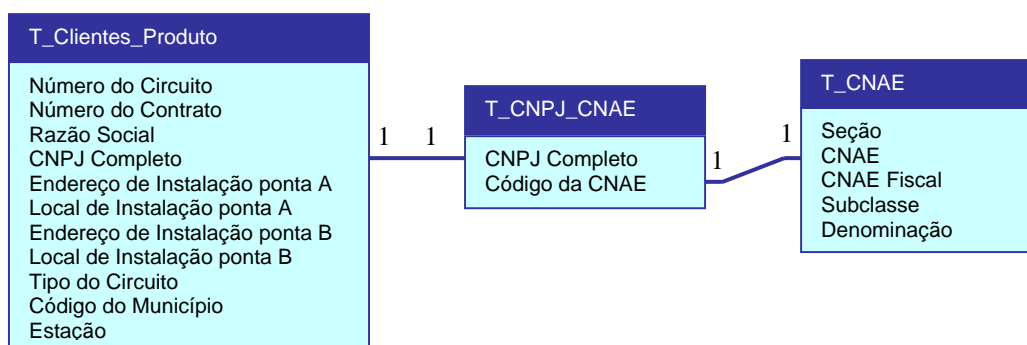


Figura 7.10: Relacionamento entre as Tabelas de Clientes, CNPJ e CNAE.

Informações de semelhante teor também são colhidas dos demais banco de dados já transformados em tabelas internas do sistema.

- Informações Financeiras

As informações financeiras são extraídas do SAF através de macros (ou programações) especificamente codificadas para esta finalidade. As macros geram arquivos textos que são importados como tabelas para dentro do SGBD Access. A Figura 7.11 mostra esquematicamente a Tabela de Faturamento com seus campos, 'T_Clientes_Faturamento_Produto'.

T_Clientes_Faturamento_Produto
Número do Circuito
Número do Contrato
Razão Social
CNPJ Completo
Tipo do Circuito
Total Liquido Mes
Total Bruto Mes

Figura 7.11: Esquema da Tabela de Faturamento.

Observa-se que através da Tabela de Faturamento é possível saber quanto o cliente gasta por mês/ano com cada produto de comunicação de dados que esteja usando.

- Informações Técnicas

Estas informações são extraídas de dois sistemas: SAC e CODEC. No caso de ser uma rede *Frame Relay*, por exemplo, as informações são, tipicamente referentes a CIR, EIR e Circuitos Virtuais Permanentes (CVP), como mostrado no item 4.3.2.3 *Frame Relay* - FR. O conjunto dos CVP de um usuário vai formar a rede sobre a qual trafegam seus dados. Ponta A e ponta B do CVP identificam onde se localizam as instalações do cliente. Estas informações são extremamente importantes para o cálculo do tráfego de dados sobre a rede e fornecem subsídios para estimar a ampliação da quantidade de acesso nas estações. Macros extraem dados do SAC que são transformados em tabelas do SGBD Access. Como as informações técnicas são inerentes aos produtos, cada um destes tem no SGBD sua tabela de dados técnicos. Na Figura 7.12 está esquematizada a tabela de informações técnicas para o produto *Frame Relay* – 'T_Informações_Técnicas_FR'.

T_Informações_Técnicas_FR
Razão Social CNPJ Completo Circuito Origem Local Origem Circuito Destino Razão Social Destino Local Destino

Figura 7.12: Esquema da Tabela de Informações Técnicas.

O CODEC é um sistema acessado via Web, protegido por *login* e senha, que fornece informações on-line e cumulativas (dia, semana e mês) do comportamento de cada circuito de dados, tanto do tráfego entrante (curva verde cheia) quanto do tráfego sainte (curva azul), conforme Figura 7.13. Ele não fornece dados para serem diretamente incluídos no SPMD, somente através da visualização dos gráficos gerados é possível saber qual o comportamento do cliente na rede.

Na Figura 7.13 é possível identificar o cliente “A” com 11 circuitos FR. Apenas três circuitos estão identificados, através de três gráficos que mostram o comportamento dos circuitos num período de 24 horas. No primeiro gráfico, pelas linhas azul e verde verifica-se que o volume do tráfego entrante é maior que o do sainte. No segundo, o tráfego é praticamente zero ao longo do período analisado, ocorrendo um pico significativo próximo das 17:00 horas. No terceiro gráfico, o volume do tráfego sainte é maior que o do tráfego entrante.

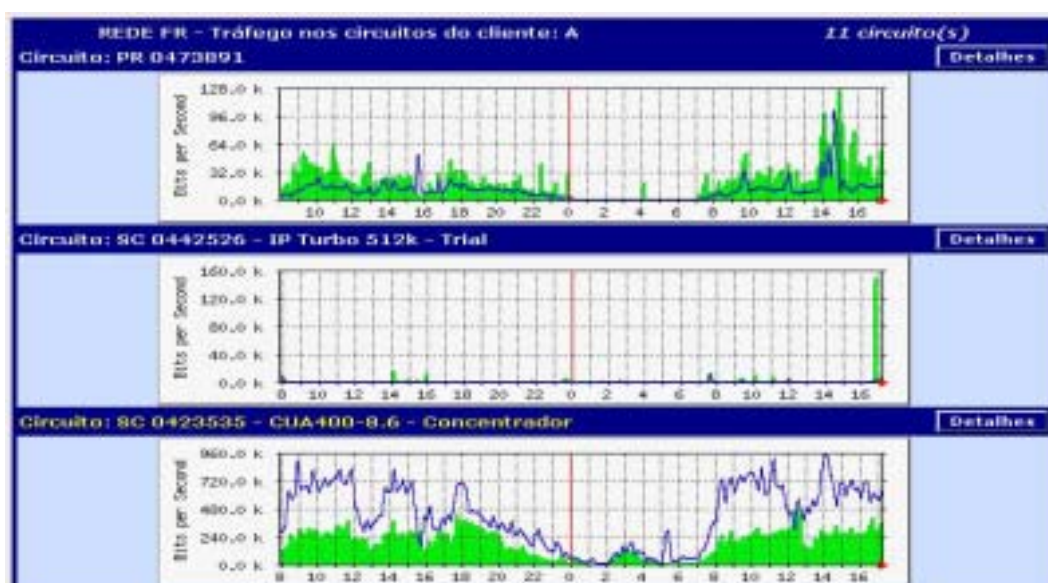


Figura 7.13: Gráficos do tráfego de dados em uma rede *Frame Relay*.

Estas informações auxiliam na análise final do processo quando são feitas comparações entre o usuário prospectado e aquele cliente cujo perfil foi previamente traçado, e serve de modelo para análise.

7.6 OPERAÇÃO DO SISTEMA

Primeiramente é descrito o fluxograma de uma consulta, iniciando com a escolha de um produto de dados e finalizando com as informações para análise do de mercado. Em seguida são mostradas duas seqüências de telas. Uma consulta baseada em produto e outra baseada na CNAE.

7.6.1 Fluxograma da Consulta

A numeração e as informações deste tópico estão relacionadas com o fluxograma mostrado na Figura 7.14. Segue o fluxo:

- 1) seleção de um produto de dados dentro do rol dos produtos que a operadora comercializa;
- 2) o produto selecionado serve de chave para consultar, nas bases da operadora, quem são os clientes do produto;
- 3) Como resultado da consulta do item 2 surge uma relação de Clientes que utilizam o produto escolhido no item 1. Faz parte das informações do Cliente a raiz de seu CNPJ;
- 4) da relação de Clientes, gerada no item 3, é selecionado um Cliente através da raiz de seu CNPJ e esta serve de chave de pesquisa em todas as tabelas que fazem parte do sistema;
- 5) como resultado da pesquisa indicada no item 4, são geradas informações do cliente e dentre elas está a CNAE;
- 6) todas as informações geradas no item 5 compõem o Perfil do Usuário (Empresa Modelo), que serve de parâmetro para as análises do mercado;
- 7) todas as CNAEs identificadas no item 5 são chaves para pesquisar, em todas tabelas do sistema, quais empresas tem a mesma atividade econômica que a Empresa Modelo;

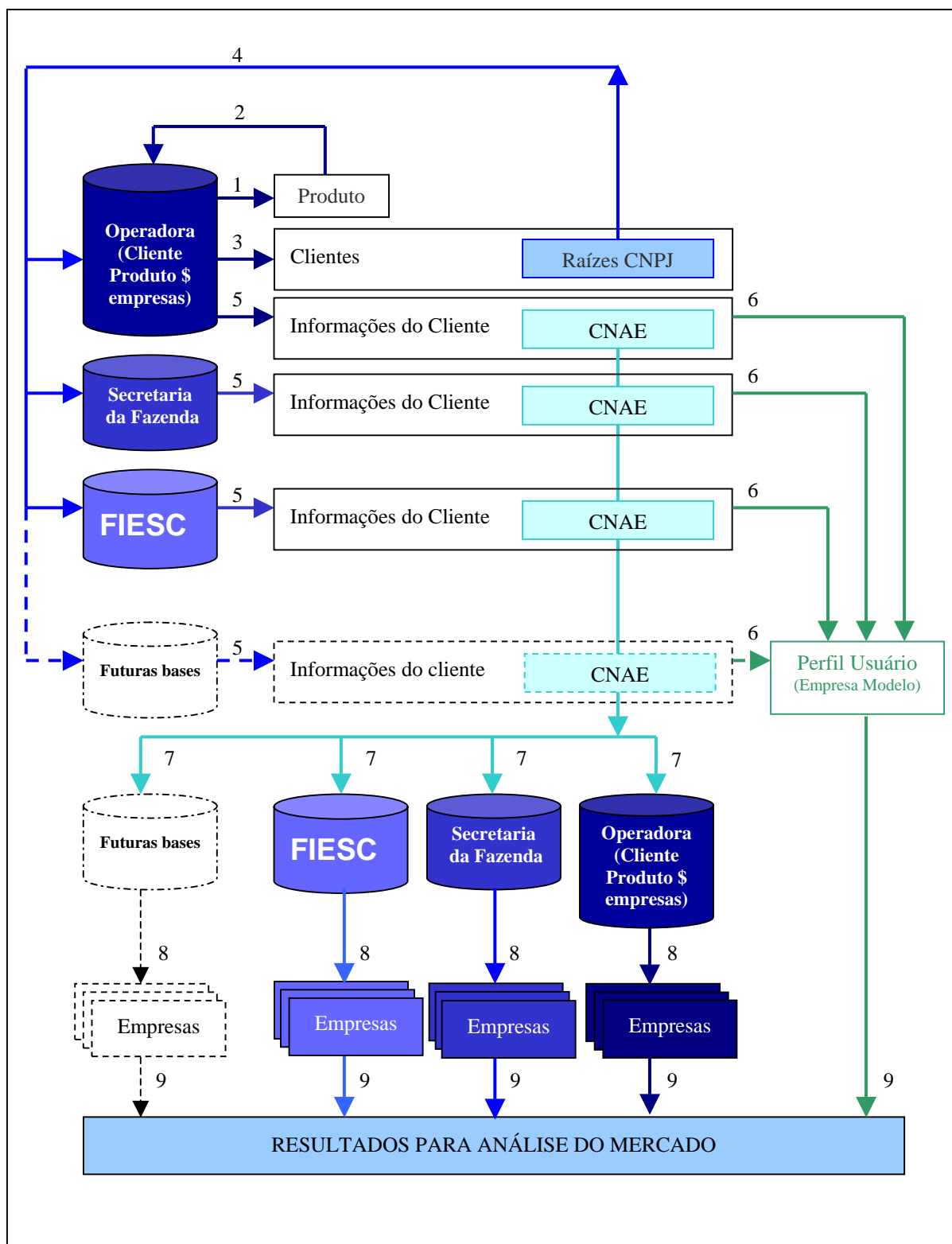


Figura 7.14: Fluxograma da consulta por produto.

8) dos resultados das pesquisas indicadas no item 7 são geradas informações como:

- relação de todos os estabelecimentos com CNAE igual a do Perfil do

Usuário;

- relação de empresas por agrupamento de estabelecimentos; e
- relação empresas x produtos de dados e respectivas faturas.

Como cada CNAE obtida no item 7 é chave para pesquisa em todas as bases de dados do sistema, isto implica em que, para cada CNAE diferente, existe um conjunto de tabelas resultado; e

- 9) comparação de todas as empresas e suas características com a Empresa Modelo e seus parâmetros. Desta comparação resultam ações que são ser tomadas junto ao mercado. É evidente que para a análise final deverão ser consideradas as informações que estão no SIG, as premissas internas e externas e principalmente o conhecimento que o analista tem do mercado e de seus clientes.

Com estes nove itens conclui-se o fluxo de uma consulta efetuada ao sistema, cujos resultados auxiliam na análise do mercado.

7.6.2 Funcionalidades do Sistema para um Consulta Típica

A tela inicial do Sistema de Prospecção de Mercado de Dados - SPMD (Tela1 na Figura 7.15), disponibiliza duas formas de pesquisar o mercado, com base nos dados internalizados:

- **Pesquisa por produto** – escolhe-se primeiro um produto, em seguida um cliente daquele produto; com isto, é obtido um perfil de cliente, e por fim procuram-se perfis semelhantes nas bases do sistema; e
- **Pesquisa por CNAE** – escolhe-se uma atividade econômica e o sistema procura nas bases quais empresas têm atividades econômicas iguais, no nível Classe da CNAE.

Pesquisas adicionais poderão oportunamente ser incluídas ao sistema, à medida que novas necessidades forem aparecendo.

7.6.2.1 Pesquisa Por Produto

A Figura 7.15 mostra uma seqüência de telas que ficam a disposição do analista, quando se realiza a pesquisa de mercado selecionando um produto de

dados. O módulo PROSPECÇÃO DE MERCADO DE DADOS (Tela 1 na Figura 7.15), oferece a opção 'Pesquisa por Produto'. Esta opção ativa o módulo SELEÇÃO DO PRODUTO DE DADOS (Tela 2 na Figura 7.15), que permite a escolha do produto de dados.

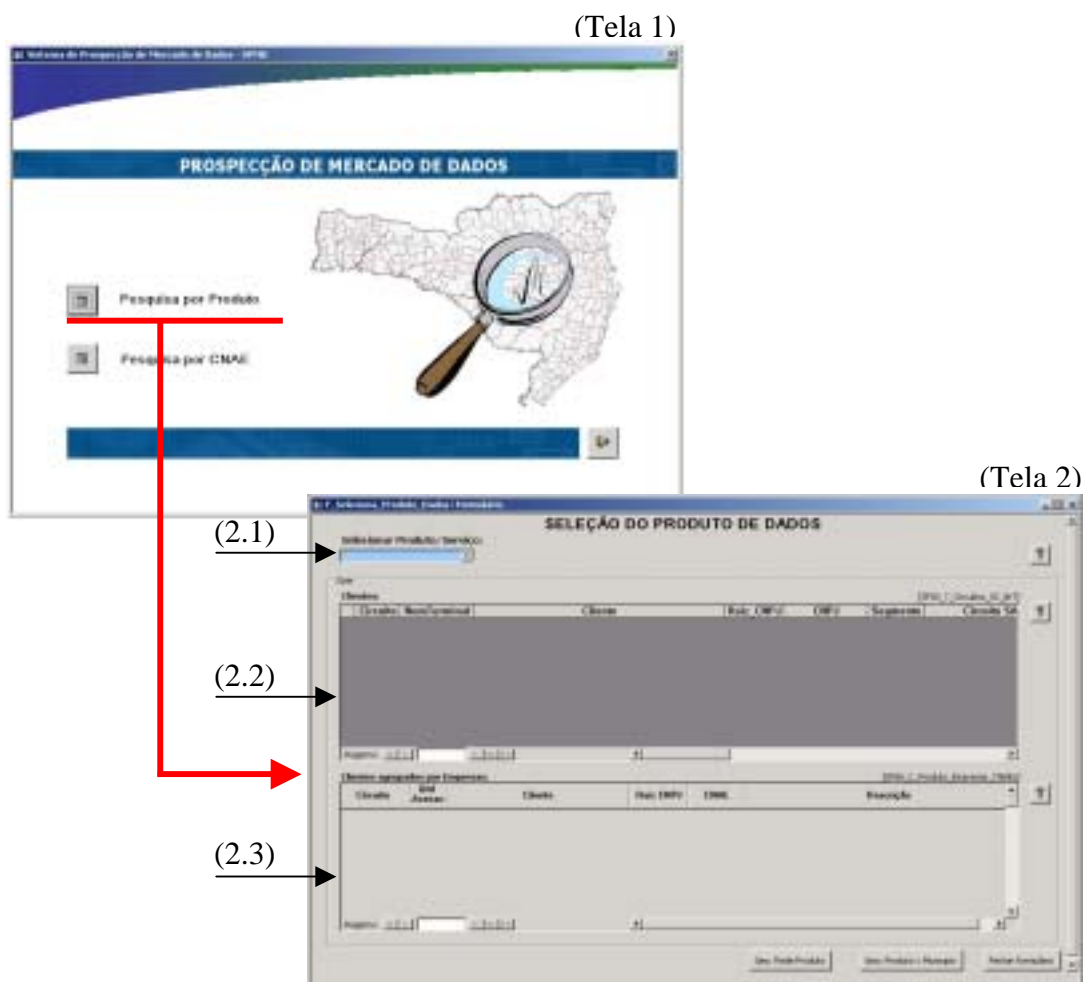


Figura 7.15: Seqüência de telas para selecionar um produto de dados.

A Tela 2 da Figura 7.15 apresenta três janelas numeradas com 2.1, 2.2 e 2.3:

- 2.1) a janela intitulada 'Selecionar Produto/Serviço:' é um campo de entrada. Neste campo é escolhido qual produto de dados terá seu mercado prospectado. Após a escolha, são automaticamente preenchidas as janelas 2.2 e 2.3;
- 2.2) a janela intitulada 'Clientes:' mostra todos os clientes que usam o produto selecionado, e com eles o número do circuito, a velocidade contratada, se existe degrau tarifário, em qual estação ele está conectado, qual a localidade e respectivo município em que se

encontram instalados os circuitos do cliente, dentre outras informações;
e

- 2.3) a janela intitulada ‘Clientes agrupados por Empresas:’ informa quantos acessos cada empresa tem, independente da localidade, qual a raiz do CNPJ e a primeira classificação da atividade econômica encontrada na pesquisa aos arquivos da operadora. Eventualmente a empresa poderá ter mais que uma classificação da atividade econômica cadastrada, porém neste momento isto não é relevante. Esta tabela é resultado do agrupamento das empresas tendo como chave a raiz do CNPJ. Nesta janela seleciona-se o cliente sobre o qual é traçado o perfil. Para tanto basta clicar sobre uma das raízes de CNPJ na coluna Raiz_CNPJ, onde as informações estão com fonte em azul e sublinhadas.

Ainda na Tela 2 da Figura 7.15 estão disponíveis seis botões: três botões de ajuda, identificados por uma interrogação, um botão para fechar o formulário e dois botões, identificados com ‘Geo: ...’¹⁷⁸, que acionam módulos que geram informações utilizadas na elaboração dos mapas temáticos:

- **Geo: produto x município** – identifica os municípios que têm instalado o produto/serviço, conforme exemplo da Figura 7.16. Desta tela são extraídos os dados que são inseridos no SIG. Basta executar a seqüência de comandos ‘selecionar/copiar/colar’ colocar os dados numa planilha de cálculos Excel e importar esta para o SIG; e

Sigla Município	Qtd Circuitos	Circuito/Produto
ACE	1	FRAME RELAY
ACH	1	FRAME RELAY
ADZ	1	FRAME RELAY
AGD	1	FRAME RELAY
AHT	1	FRAME RELAY
ANE	1	FRAME RELAY
AOC	1	FRAME RELAY
APK	1	FRAME RELAY
AQI	1	FRAME RELAY
ARBT	1	FRAME RELAY
ARU	1	FRAME RELAY

Figura 7.16: Exemplo de tela com dados a serem exportados para um SIG.

¹⁷⁸ Para efeito de padronização, os botões com a inscrição “Geo:” fornecem informações para a geração de mapas temático.

amarelo) que originou aquele resultado. Cada base de dados tem informações detalhadas referente à empresa selecionada. À medida que outras bases forem sendo agregadas ao sistema, novas guias serão adicionadas às já existentes, respeitando as características de cada base de dados;

- 3.2.a) mostra o resultado da consulta e possibilita que através do campo CNAE (informação em azul sublinhado) navegue-se para outra tela; e
- 3.2.b) mostra o rol de todos os estabelecimentos que satisfazem a consulta, cuja chave é mostrada em 3.2. Desta janela é possível extrair dados e levá-los para outro sistema.

Na Tela 3 da Figura 7.17 está disponível o botão 'Geo: Usuário x Produto x Munic' que aciona o módulo gerador do arquivo com informações para o SIG, onde estão identificadas, por município, as quantidades de usuários do produto selecionado.

Na etapa seguinte, depois de selecionada uma CNAE, pelo código ou pela descrição (texto em azul sublinhado) em qualquer das guias disponíveis na janela 3.2 da Figura 7.17, o sistema pesquisa cada banco de dados e retornar com todas as informações das empresas que se enquadram na classificação selecionada. Aquelas empresas, que aparecem como resultado da consulta, são, uma a uma, comparadas com a empresa Modelo, conforme tópico 7.4 Descrição do Método item 'h'. A Figura 7.18 mostra a seqüência de telas na qual foi escolhida uma CNAE para ser pesquisada na base da Secretaria da Fazenda.

A Tela 4 da Figura 7.18 apresenta três janelas numeradas respectivamente com 4.1, 4.2 e 4.3, que se referem à guia CNAE-1 e correspondem a pesquisa da primeira das cinco opções de CNAE que constam na base de dados da Secretaria da Fazenda. Idêntico processo vale para CNAE-2, CNAE-3, CNAE-4 e CNAE-5.

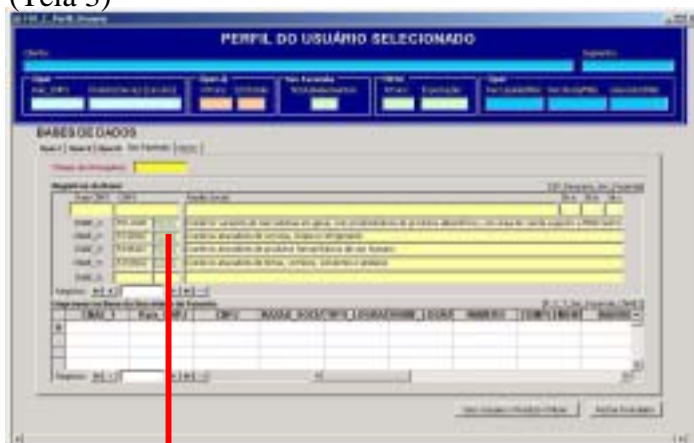
A Tela 4 da Figura 7.18 apresenta os itens:

- 4.1) mostra as bases que estão sendo pesquisadas. O exemplo disponibiliza as bases CNAE-1 até CNAE-5 da Secretaria da Fazenda;
- 4.1.a) lista todas as empresas cuja CNAE selecionada é a primeira opção de classificação na base da Secretaria da Fazenda. Na guia CNAE-2, são as CNAE encontradas na segunda opção de classificação da mesma base, e assim sucessivamente até a CNAE-5;
- 4.1.b) agrupa os estabelecimentos listados no item 4.1 em empresas, através

da raiz do CNPJ; e

- 4.1.c) associa a cada empresa os serviços de dados que constam no cadastro da operadora, bem como os custos a eles associados.

(Tela 3)



(Tela 4)

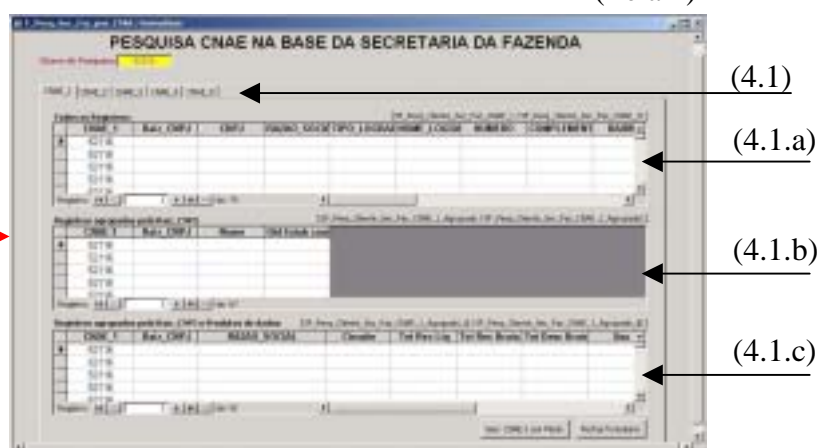


Figura 7.18: Seqüência de telas para pesquisa da CNAE na base da Secretaria da Fazenda.

O manuseio destas três janelas permite que se verifiquem as semelhanças de cada empresa com o perfil da Empresa Modelo. Desta forma sabe-se quais produtos de dados a empresa usa e quanto gasta por mês por produto. As informações das janelas 4.1.a, 4.1.b e 4.1.c são facilmente transferidas para o Excel.

Na Tela 4 da Figura 7.18 está disponível o botão 'Geo: CNAE-1 x Município' para gerar informações que alimentam o SIG. Idênticos botões são encontrados em qualquer das guias, CNAE-1 até CNAE-5 (item 4.1, da Tela 4, na Figura 7.18). Em qualquer das janelas 4.1, 4.2 e 4.3 é possível realizar a seqüência de operações Selecionar/Copiar/Colar transferindo dados para uma planilha Excel e importando esta planilha para dentro do SIG.

Como as telas vão sendo seqüencialmente ativadas e não são desativadas com a ativação das telas subseqüentes, a menos que se acione o botão 'Fechar formulário', é possível a qualquer instante navegar pelas telas que estão abertas.

A partir deste momento está à disposição do analista de mercado várias informações que lhe permitem pesquisar e estudar o mercado, prospectar novos usuários e programar ações na conquista e manutenção de clientes.

7.6.2.2 Pesquisa Por CNAE

Na Tela 1 da Figura 7.19 escolhe-se a opção 'Pesquisa por CNAE'. Esta escolha ativa o módulo 'SELECIONAR CNAE' (Tela 5 da Figura 7.19). A Tela 5 possui três janelas enumeradas:

- 5.1) permite que se escolha um número de Classe CNAE para servir de chave na pesquisa às tabelas do sistema, procurando empresas com aquela atividade econômica;
- 5.2) na base de dados da FIESC não existe o número da CNAE associado às indústrias, apenas duas classificações descritivas. A primeira classificação descritiva, da tabela FIESC pode ser pesquisada nesta janela; e
- 5.3) nesta janela pode ser feita a pesquisa sobre a segunda classificação descritiva das empresas que se encontram na base da FIESC.

A escolha de uma CNAE na janela 5.1 da Tela 5 da Figura 7.19, leva a ativação do módulo 'PESQUISA PELA CNAE' (Tela 6 da Figura 7.19). As janelas 5.2 e 5.3 estão relacionadas com os dados da FIESC. Não existem descrições de atividades econômicas encontradas simultaneamente nas janelas 5.2 e 5.3.

A Tela 6 da Figura 7.19 está dividida em cinco janelas enumeradas:

- 6.1) mostra todas as CNAEs Fiscais associadas à Classe CNAE selecionada na Tela 5, Figura 7.19;
- 6.2) mostra todos os bancos de dados que serão pesquisados com a CNAE selecionada na Tela 5, Figura 7.19;
- 6.2.a) dentro da base identificada no item 6.2, esta janela lista todos os estabelecimentos que têm a CNAE selecionada na Tela 5, Figura 7.19;
- 6.2.b) dentro da base identificada no item 6.2, esta janela agrupa os

estabelecimentos por empresa, informando a quantidade; e

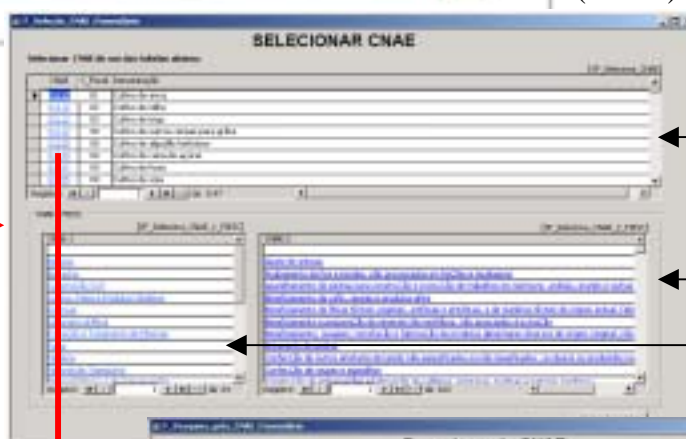
6.2.c) informa, por empresa, que produto de dados ela tem e quanto consome.

Disponível na Tela 6 da Figura 7.19, encontra-se o botão 'Geo: CNAE x Munic (Oper)' que ativa o módulo gerador das informações a serem importadas pelo SIG.

(Tela 1)



(Tela 5)

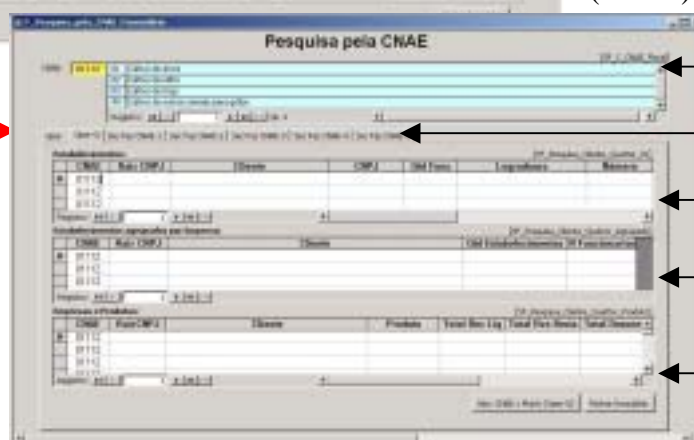


(5.1)

(5.2)

(5.3)

(Tela 6)



(6.1)

(6.2)

(6.2.a)

(6.2.b)

(6.2.c)

Figura 7.19: Seqüência de telas quando a pesquisa é feita pela CNAE.

Na sequência será visto um estudo de caso, com a utilização do sistema para prospecção do mercado de dados.

7.7 ESTUDO DE CASO – MERCADO *FRAME RELAY*

O estudo de caso visa avaliar o método proposto e verificar o desempenho do SPMD dentro da Operadora. Este item descreve uma aplicação prática do método utilizando o produto de dados *Frame Relay*.

7.7.1 Escolha do Produto

A escolha do produto *Frame Relay* deve-se ao fato do mesmo:

- ser usado para formação de redes e estar consolidado no mercado;
- não estar na fase de declínio de seu ciclo de vida¹⁷⁹;
- ter uma boa base de clientes instalada (mais de 100 empresas no Estado)
- haver mercado para crescimento.

A escolha foi feita juntamente com consultores da operadora que atendem o mercado empresarial e corporativo de Santa Catarina.

O produto mostrou-se presente em 107 atividades econômicas diferentes, considerando a Classe da CNAE. O Quadro 7.3 ilustra a distribuição percentual dos circuitos FR por atividade econômica.

Quadro 7.4: Percentuais de circuitos FR por Classe CNAE.

Classe CNAE	Descrição da Classe CNAE	Percentual
40.100	Produção e Distribuição de Energia Elétrica	5%
52.124	Comércio Varejista	5%
64.203	Telecomunicações	5%
65.226	Bancos	7%
75.116	Administração Pública em Geral	7%
75.248	Segurança e Ordem Pública	13%
73.105	Pesquisa e Desenvolvimento das Ciências Físicas e Naturais	21%
	Outros	37%

O FR atua em 19% das atividades econômicas registradas no CNAE, considerando a Classe CNAE.

¹⁷⁹ Para 'ciclo de vida de produto' ver Kotler e Armstrong (1993).

7.7.2 Escolha do Cliente e Definição de seu Perfil

Nesta etapa foi escolhida uma empresa para cada uma das 107 atividades identificadas no item 7.7.1. Elas serviram de modelo e tiveram traçado seu perfil para que servissem de parâmetro na prospecção de empresas semelhantes nas bases de dados do SPMD. Também participaram desta etapa consultores da operadora que atendem o mercado empresarial e corporativo de Santa Catarina.

7.7.3 Pesquisa de Clientes nas Bases de Dados

Nesta etapa, tomou-se como chave de pesquisa a CNAE do Cliente selecionado (Empresa Modelo) e procurou-se em todas as bases do sistema aquelas empresas com perfil semelhante ao modelo.

Num primeiro momento as informações do perfil do modelo (por exemplo: quantidade de estabelecimentos e/ou número de funcionários) foram tomados como parâmetros limitantes na elaboração da consulta, porém na prática isto não se mostrou um bom procedimento. Valores que estivessem próximos dos limites porém fora deles não foram detectados. Como a função do sistema é prospectar mercado optou-se por gerar planilhas que pudessem ser classificadas por ordem crescente ou decrescente de seus campos, possibilitando que o analista fizesse o corte por qualquer um dos parâmetros e onde melhor lhe conviesse.

7.7.4 Premissas Consideradas

Segundo o fluxograma do método, são consideradas na análise final as premissas internas e externas referentes ao mercado e ao produto.

A premissa interna que norteou a análise foi a determinação da operadora de aumentar a receita sobre o produto *Frame Relay*.

A premissa externa considerada foi a notícia veiculada no Diário Catarinense de 11/06/2003, onde consta:

Devido à crise no setor da agroindústria, em Xaxim, a Chapecó Alimentos que atuava desde 1974, movimentando mais de 50% das economias local, afunda na crise, fecha as portas e demite 1,3 mil funcionários, 5,6% da população da cidade. 64% da receita mensal do município provinha da agroindústria que abatia 320 mil aves por dia em Xaxim. cancelamento

da ampliação do supermercado local que dobraria a área atual de 755 m2. ... Crise atinge a empresa Visão de Águia que emprestava serviços de carregamento de frangos nos aviários da região, está fechando as portas. [eles] faziam parte de 11 equipes que atendiam 1,16 mil aviários.

Para os casos em que forem detectadas empresas com perfil para aquisição de FR, no município de Xaxim e seus municípios vizinhos, a premissa externa será considerada.

7.7.5 Considerações Quanto ao Retorno de Investimento

Suponha-se a situação na qual foi identificada a 'Empresa ALFA' com potencial para instalação do produto *Frame Relay* e que tenha suas filiais nos municípios A, B, C, D, E e F, mostrados na Figura 7.20 em verde mais escuro. Nesta mesma figura os círculos vermelhos indicam pontos de acesso ao produto FR.

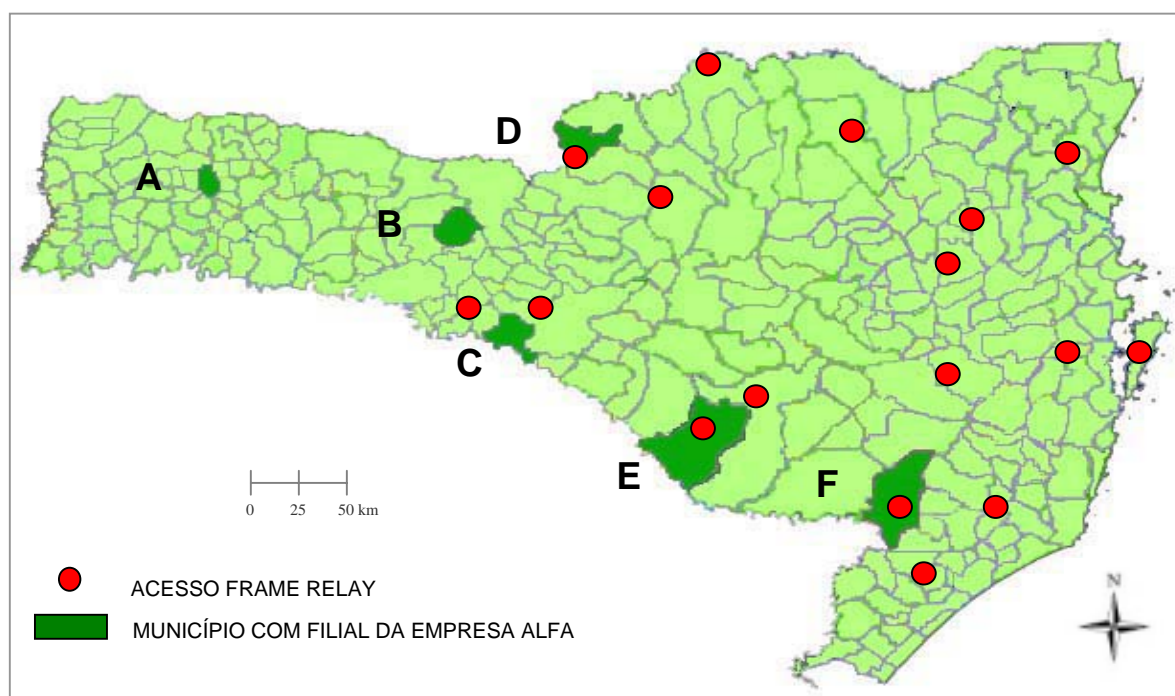


Figura 7.20: Localização de filiais versus locais de acesso ao produto.

A Tabela 7.1 sugere uma planilha com itens que devem ser considerados para análise de atendimento ao cliente e que estão identificados pelos campos:

‘município’: (identificação do município) indica onde a ‘Empresa ALFA’ tem filial;

‘tem ponto de acesso’: (sim/não) indica se municípios têm ponto de acesso ao

produto *Frame Relay*;

‘tem disponibilidade’: (sim/não) indica se o município, em tendo acesso ao produto FR, o equipamento lá instalado permite que se incluam mais clientes; existe disponibilidade de atendimento;

‘custo para atendimento’: (R\$) valor que a operadora tem que desembolsar para disponibilizar acesso para o cliente;

‘faturamento mensal’: (R\$) valor que o cliente paga pelo uso do produto; e

‘retorno’: período de tempo necessário para que o valor investido em disponibilizar o acesso para o cliente seja por ele pago através de suas faturas mensais.

Tabela 7.1: Proposta de tabela para análise de atendimento ao usuário.

Município	Tem ponto de Acesso	Tem disponibilidade	Custo para atendimento (R\$)	Faturamento mensal (R\$)	Retorno
A	Não	Não	20.000,00	100,00	200 meses
B	Não	Não	1.000,00	200,00	5 meses
C	Não	Não	200,00	300,00	1 mês
D	Sim	Não	500,00	250,00	2 meses
E	Sim	Sim	100,00	200,00	1 mês
F	Sim	Sim	Nenhum	100,00	1 mês

Para a situação do município A: existe a necessidade do produto FR, a operadora não tem ponto de acesso no município, sendo necessário um investimento de R\$20.000,00 para disponibilizá-lo, para um retorno estimado em faturas de R\$100,00 mensais. Nesta situação o retorno será em 200 meses.

Para a situação do município B: existe a necessidade do produto FR, a operadora não tem ponto de acesso no município, sendo necessário um investimento de R\$1.000,00 para disponibilizá-lo, para um retorno estimado de R\$200,00 mensais. Nesta situação o retorno será em 5 meses.

Para a situação do município C: existe a necessidade do produto FR, a operadora não tem ponto de acesso no município, sendo necessário um investimento de R\$200,00 para disponibilizá-lo, para um retorno estimado de R\$300,00 mensais. Nesta situação o retorno ocorrerá com o pagamento da primeira fatura.

Para a situação do município D: existe a necessidade do produto FR, a operadora tem ponto de acesso no município porém não tem portas disponíveis havendo a necessidade de disponibilizá-las. Com isto a Operadora deverá fazer um investimento de R\$500,00 para um retorno estimado de R\$250,00 mensais. Nesta

situação o retorno se dará com o pagamento das duas primeiras faturas.

Para a situação do município E: existe a necessidade do produto FR, a operadora tem ponto de acesso e porta disponível para imediata instalação havendo um investimento de R\$100,00 que é coberto na cobrança da primeira fatura, estimada em R\$200,00. Nesta situação o retorno ocorre no primeiro mês.

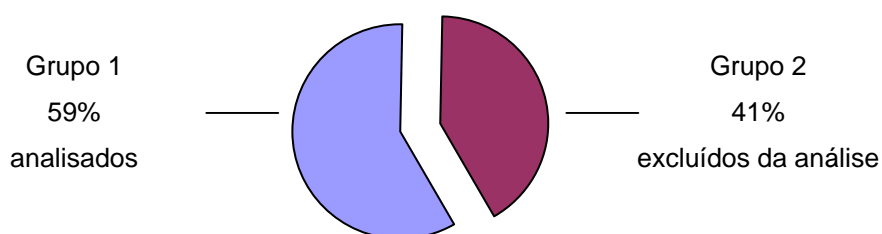
Para a situação do município F: existe a necessidade do produto FR, a operadora tem ponto de acesso e porta disponível para imediata instalação e não há necessidade de nenhum investimento. Nesta situação o retorno ocorre na cobrança da primeira fatura.

Não foram consideradas possíveis inflações que possam ocorrer no período ou depreciação de equipamento e nem eventuais promoções para venda de produtos. A finalidade é ter uma idéia do custo total para atender o cliente. Valores mais precisos¹⁸⁰ serão necessários quando for realizado um contato com o cliente.

7.7.6 Resultados das Pesquisas

Como resultado das consultas foram identificadas e analisadas 2301 ocorrências que representam 1740 empresas. Quando da análise¹⁸¹ destas 2301 ocorrências, vislumbrou-se a possibilidade de um confronto de cada empresa, não somente com a Empresa Modelo para o produto *Frame Relay*, mas também com outras empresas que tivessem qualquer produto de dados. Este fato motivou a criação de dois grupos de empresas que estão identificados no Gráfico 7.2.

Gráfico 7.2: Percentual de Empresas nos Grupos 1 e 2.



Grupo 1 composto das empresas que foram analisadas porque tinham

¹⁸⁰ Para avaliação de Investimentos a Operadora dispõe do EVA como sistema padrão.

¹⁸¹ Com relação a análise, observou-se que pela experiência do consultor muitos clientes são descartados e os cálculos de investimento são desnecessários porque o consultor já tem uma noção do quanto é necessário investir e quanto será o retorno.

características semelhantes ao Modelo (*Frame Relay*) ou a outras empresas com produto de dados formador de rede (que não o *Frame Relay*); e

Grupo 2 composto das empresas que foram excluídas da análise por não terem semelhança nem com o modelo, nem com qualquer outra empresa que tivesse produto de dados formador de rede.

As análises para formação dos Grupos 1 e 2 foram feitas considerando conjuntos de empresas com a mesma CNAE. A decisão de colocar cada empresa no Grupo 1 ou Grupo 2 teve, além dos subsídios do SPMD, a contribuição muito importante dos consultores do mercado de dados.

Dos 2301 registros, 941 foram excluídos (Grupo 2) por não estarem semelhantes aos perfis escolhidos para comparação, representando 41% do total de registros e correspondendo a 48% das empresas selecionadas. A Tabela 7.2 relaciona informações entre os Grupos 1 e 2.

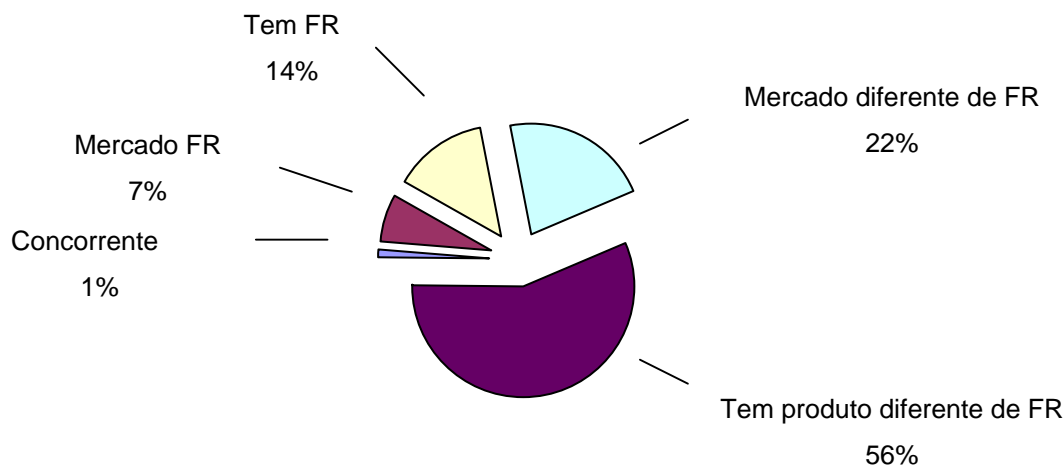
Tabela 7.2: Relação entre Grupo 1 e Grupo 2.

Item	Total	Grupo 1	%	Grupo 2	%	Soma dos %
Ocorrências (linhas)	2301	1360	59	941	41	100
Empresas (raiz do CNPJ)	1740	975	56	827	48	104

O valor de 104% que aparece na Tabela 7.2, indica que 4% do total das empresas tanto aparecem no Grupo 1 quanto no Grupo 2. Isto ocorre porque existem empresas com mais de uma atividade econômica (mais de uma CNAE).

O Gráfico 7.3 ilustra a distribuição percentual das empresas pesquisadas.

Gráfico 7.3: Distribuição Percentual de Empresas Pesquisadas.



Conforme o Gráfico 7.3:

- 1% das empresas pesquisadas tem produtos de dados com a operadora de telecomunicações concorrente, porque tem filiais fora da região 2;
- 7% das empresas pesquisadas não têm o produto FR mas apresentam o perfil semelhante ao de alguma empresa que tem o produto FR instalado;
- 14% das empresas pesquisadas já têm produto FR instalado;
- 22% das empresas pesquisadas não apresentam o perfil semelhante ao de alguma empresa que tem FR instalado, porém apresentam perfil semelhante ao de alguma empresa que tem outro produto de dados que não FR; e
- 56% das empresas pesquisadas não têm FR instalado, porém tem algum outro produto de dados oferecido pela operadora.

Estes foram os resultados obtidos aplicando o método proposto ao produto de dados FR sobre uma massa de dados previamente selecionada.

7.7.7 Conclusão sobre os Resultados das Pesquisas

Todo o mercado corporativo já está atendido com algum produto de dados. Dentro do universo das empresas pesquisadas, o produto *Frame Relay* atingiu a maturidade¹⁸² no mercado corporativo. Comparando as empresas do mercado corporativo com as respectivas empresas modelo, não foi encontrada nenhuma empresa onde ficasse constada a ausência do produto FR. Crescimento na quantidade de clientes corporativos FR, exigirá muito esforço. Será consequência da reconquista de clientes perdidos para a concorrência, da conquista ou manutenção de clientes que entraram para o segmento corporativo, da conquista de clientes recém instalados no estado ou da conquista de clientes que, pela evolução natural de seu negócio, necessitam de FR.

Para o mercado empresarial, quase dez vezes o mercado corporativo, o crescimento no número de clientes FR também exigirá esforço. Em geral clientes deste segmento preferem produtos formadores de rede que sejam mais baratos em detrimento da segurança ou da velocidade que o FR oferece.

Um aumento significativo da receita de FR não será atingido com novos

¹⁸² No conceito de Kotler e Armstrong (1993), trata-se de um dos cinco estágios do ciclo de vida do produto.

clientes, mas sim com a oferta de mais portas FR aos clientes já existentes ou o aumento da faixa de frequência, possibilitando maior fluxo de informações e maior rapidez no acesso a dados.

7.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO APLICADO

Durante a aplicação do método foi constatado que:

a) CNAE

- o uso da CNAE é fundamental para a aplicação do método;
- algumas empresas poderiam estar melhores classificadas em outra CNAE, que não a atual. Este problema pode decorrer da própria ambigüidade da atividade que a empresa desempenha, como pode advir de uma classificação errônea. Como as esferas administrativas exigem por lei a adoção da CNAE pelas empresas, há uma tendência de que, com o tempo, as empresas procurem usar a CNAE que melhor represente sua atividade econômica;
- a melhor segmentação da CNAE, para o método proposto, fica na hierarquia de Classe da CNAE;
- a CNAE-Fiscal mostrou ser muito específica para a prospecção de mercado, restringindo muito o critério de pesquisa;
- algumas Seções da CNAE são bem abrangentes de modo que incluem atividades bastante diversas, como por exemplo, a Seção D – Indústria de transformação, contem: ‘15.113 - Abate de reses, preparação de produtos de carne’, ‘18.112 – Confeção de peças interiores de vestuário’, ‘21.210 – Fabricação de papel’ e ‘22.349 – Reprodução de programas de informática em disquetes e fitas’; a Seção K – Atividades Imobiliárias, Aluguéis e Serviços Prestados às Empresas contem: ‘71.102 – Aluguel de automóveis’, ‘72.109 – Atividades de Informática e conexas’ e ‘73.105 – Pesquisa e desenvolvimento das ciências físicas e naturais’. Quando se fez uma primeira análise das empresas usando a hierarquia Seção muitas empresas com atividades bem diferentes ficam agrupadas no mesmo critério; e
- foram encontrados nos arquivos externos registros com o campo CNAE em branco ou zerado: FIESC 0,04%, Secretaria da Fazenda

0,65% e T_Base_Externa 1,61%.

b) CNPJ

- o uso do CNPJ é fundamental para a aplicação do método;
- nos sistemas da operadora, o uso do CNPJ está voltado para as facilidades de atendimento ao cliente sem a preocupação do relacionamento entre matriz e filiais. Em função disto, existem filiais cadastradas com o mesmo CNPJ da matriz. Isto traz um problema quando se cruzam cadastros da operadora com cadastros externos que tem o CNPJ da filial;
- não é possível identificar, pelo sistema, a matriz e a filial. É necessário conhecer o cliente; e
- inconsistências encontradas no cadastro foram repassadas para as áreas competentes para análise. Por exemplo, uma empresa cadastrada várias vezes em função do produto, apresentou razão social diferente para diferentes registros embora tivesse o mesmo CNPJ em todos os registros.

c) Arquivos externos

- foi necessário padronizar os campos escolhidos como chave em todos os arquivos;
- o arquivo da FIESC precisou ser mais trabalhado porque não tem sistema de *download*;
- a FIESC não adota os números usados na CNAE para classificação da atividade econômica. Ela usa um campo descritivo. Ficando prejudicada a pesquisa pelo número da CNAE;
- as informações utilizadas são de domínio público, nenhuma delas quebra a confidencialidade de qualquer empresa;
- no caso de obtenção sistemática das informações, seria interessante que houvesse uma oficialização do processo entre as partes, seja através de compra, intercâmbio, doação, compartilhamento de informações ou outra forma de negociação.

d) Os arquivos da Operadora

- na tabela de relação CNPJ versus CNAE foram encontrados CNPJ sem CNAE, num percentual de 2,2% da quantidade de registros;
- faltaram alguns CNPJ para empresas comprovadamente cadastradas

na operadora, num percentual menor que 0,01%; e

- alguns CNPJs da relação de CNPJs da operadora, não tinham empresa associada, num percentual menor que 0,01%.

e) Cadastro dos Circuitos Permanentes Virtuais

- como o CVP não é cadastrado, é necessária uma leitura total do cadastro (circuito da ponta A e circuito da ponta B) para ir formando os CVP. Como os campos que fornecem informações para a formação do CVP são livres, é necessária uma análise mais detalhada quando da formação deste arquivo.

f) Quanto ao método em geral

- a escolha do produto deve ser precedida de um estudo técnico-econômico-comercial do mesmo. Existem particularidades, quanto à implementação de soluções para os clientes, que variam de produto para produto e de cliente para cliente. Inclusive formas de comercialização que impactam na avaliação de custo quando se realiza a análise de investimento/retorno;
- cada passo do método deve ser avaliado junto aos consultores e/ou pessoal de campo para não haver acúmulo de erros no final do processo; e
- o sistema aponta para um possível mercado. A avaliação final deve ficar a cargo da área competente da empresa.

g) Quanto à base de dados georeferenciada

- embora apareça pouco durante o processo, a base georeferenciada é fundamental porque exerce a função integradora de várias bases de dados e fornece, de forma bastante clara, informações que seriam difíceis de serem analisadas quando se observam simplesmente as tabelas. A apresentação dos mapas temáticos de clientes e pontos de disponibilidade de produtos teve impacto bastante positivo junto aos consultores e gerentes.

h) Dificuldades na aplicação do método

- a aplicação de uma ação inovadora, dentro de uma sistemática de procedimentos já implantada, numa empresa operadora, requer a disponibilidade de tempo e vontade política. Este último foi sempre fator motivador no desenvolvimento deste trabalho, porém a

disponibilidade de tempo junto a outros setores da operadora surge como elemento de negociação prévia e sujeita a alterações imprevistas;

- vencimento de licença de uso do SIG, falta de espaço em disco, falta de treinamento consistente em SIG e mudança de equipamento foram fatores que atrasam a aplicação do método; e
- não houve qualquer investimento por parte da operadora na aquisição de dados para este trabalho.

i) Interesse de outras áreas da operadora

- durante o desenvolvimento deste trabalho, desde as pesquisas, implementação, entrevistas com consultores e apresentação de resultados, outras áreas manifestaram interesse em partilhar os dados gerados pelo SPMD. Notadamente três áreas se destacaram: mercados ADSL, SOHO, SMP e Residencial;
- para o mercado ADSL foram disponibilizados os mapas temáticos de população por município e renda média por município, dados do IBGE Censo 2000, Figura 7.21, focando aumento de receita;

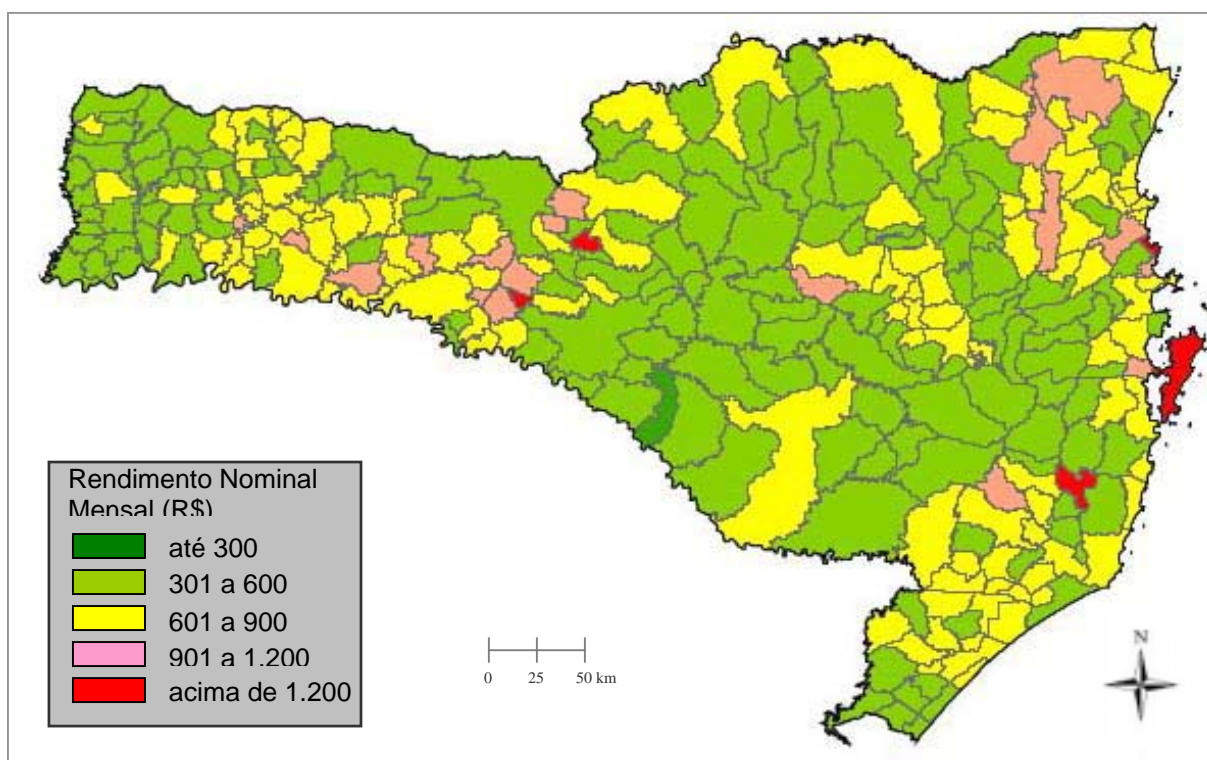


Figura 7.21: Rendimento Nominal Mensal em R\$ por Município.

- para o mercado SOHO foi disponibilizada a pesquisa por atividade econômica possibilitando campanhas específicas de venda;
- para o SMP, foram disponibilizados os mapas temáticos de população, indústrias, empresas e renda média por município, focando segmentos de mercado para vendas; e
- com relação ao mercado Residencial, durante a pesquisa ficou constatado que alguns segmentos da sociedade que estão pulverizados no Estado, quando agrupados podem criar novas oportunidades de negócios. É o caso das Igrejas, com suas várias correntes religiosas: adventista, católica, protestante universal ou outra qualquer.

Todas estas considerações têm por finalidade alertar para o futuro uso do método evitando retrabalhos ou dificuldades que normalmente ocorrem neste tipo de atividade.

7.9 CONCLUSÃO

Este capítulo inicia com noções de segmentação de mercado para em seguida contextualizá-las no âmbito da BrT. Em seguida descreve genericamente a CNAE apresentando quadros ilustrativos. Na sequência é feita a descrição do método proposto para prospecção do mercado de dados, com ilustração e detalhamento dos passos. Durante o desenvolvimento do método, foi possível fazer sua implementação em um sistema computacional, cujas bases de dados estão comentadas no texto. Este capítulo também descreve a operação do sistema desenvolvido ilustrando-a através de um fluxograma de consulta por produto. São mostradas algumas funcionalidades do sistema em termos de pesquisa e é realizada uma aplicação prática, usando o produto *Frame Relay*. Para finalizar o capítulo foram feitas considerações sobre o método e sua aplicação.

Os resultados obtidos da aplicação do método são significativos e animadores. A proposta vem auxiliar a operadora na prospecção de novos clientes e até identificar clientes que estão na operadora concorrente.

A apresentação do sistema para outros departamentos despertou interesse, visto que o SPMD oferece informações não disponíveis facilmente no sistema de grande porte da operadora. Notadamente três áreas que não estavam contempladas

no início desta abordagem: ADSL, SOHO e SMP, vislumbram aplicações de estudo de mercado com ação imediata.

A interface usuário-sistema mostrou-se bastante amigável, porém o tempo de respostas de algumas consultas foi considerado longo.

Os resultados das pesquisas usando o método, foram repassados para as áreas de consultoria, que atuam diretamente com o cliente, e tiveram impacto bastante positivo.

Com relação à análise, observou-se que, pela experiência dos consultores, muitos clientes são descartados e os cálculos de investimento são desnecessários porque o exercício diário da função lhes permite ter boa noção do mercado analisado e boa percepção da relação investimento e retorno.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

*“O fim a tudo coroa,
E o Tempo, esse velho árbitro,
Um dia a tudo porá fim.”*
William Shakespeare

Neste capítulo são apresentadas as conclusões da proposta, bem como as recomendações para futuros possíveis trabalhos sobre o tema.

8.1 CONCLUSÕES

Finalizada a proposta e aplicado o método, obtiveram-se as conclusões sobre a realização do trabalho, conforme segue.

O trabalho atingiu seu objetivo geral visto ter proposto um método para prospectar mercado de dados que produziu resultados significativos e animadores que puderam ser constatados na prática.

Com relação aos objetivos específicos, este trabalho trouxe uma retrospectiva do processo de privatização das telecomunicações no país, acrescentando exemplos ocorridos no exterior. Mostrou a evolução da telefonia e da informática e os produtos/serviços que as telecomunicações disponibilizam para dar suporte as redes de computadores. Mostrou também a tendência no surgimento de uma nova geração de redes de acesso, resultado dos avanços nas áreas de telecomunicações e informática.

Um estudo genérico dos diversos produtos formadores de rede de computadores, possibilitou a escolha do *Frame Relay* como produto sobre o qual foi aplicado o método proposto, para prospectar o mercado de dados. Os resultados foram avaliados nas áreas de planejamento e consultoria da operadora e considerados plenamente satisfatórios.

A utilização de SIG ficou centralizada na geração de mapas temáticos, o que permitiu uma visão muito clara das informações pesquisadas, de modo que na

esfera gerencial tornou-se fácil e rápida a tomada de decisões.

As informações fornecidas pelo sistema chamaram a atenção tanto para a conquista de novos clientes como para a reconquista de clientes que migraram para a operadora concorrente, de modo que ações puderam ser tomadas neste sentido.

Como o método prevê o acréscimo de novas bases de dados, a sua utilização sistemática implicará em aprimoramentos e melhorias de modo que o sistema progressivamente vá representando o mercado em estudo de forma mais fiel.

Por último, o método proposto foi usado como gerador de informações para as áreas de SOHO, ADSL e Telefonia Celular e como modelo para o desenvolvimento de soluções ao cliente.

Constata-se, desta forma que tanto o objetivo geral como os objetivos específicos propostos no início do trabalho foram plenamente atingidos e vislumbram-se oportunidades para novos trabalhos, com base no que aqui ficou exposto.

8.2 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

No intuito de contribuir para melhorias no Sistema de Prospecção do Mercado de Dados, seguem sugestões.

Aplicar o modelo a outros produtos de dados, implementando a topologia do produto cujo mercado se quer analisar. Com isto é possível fazer análises de produtos versos clientes e elaborar um planejamento global envolvendo todos os produtos de dados da operadora.

Aprimorar as interfaces, de modo a dinamizar o acesso as bases de dados, disponibilizando as informações de forma *on-line*.

Utilizar coordenadas geográficas nas aplicações de SIG. A inexistência de um cadastro na operadora que forneça informações georeferenciadas de clientes abre um amplo campo de possibilidades que poderão ser agregadas ao método proposto.

No intuito de contribuir com futuras pesquisas relacionadas ao tema, seguem algumas sugestões.

Incluir dados sobre estações telefônicas, de modo a correlacionar produtos com estações, agilizando a obtenção de informações e evitando consultas a vários sistemas ou a relatórios em papel.

Incorporar informações que tenham coordenadas geográficas de modo a dar maior exatidão as informações apresentadas nos mapas e a fornecer subsídios na resposta aos questionamentos da Anatel.

Disponibilizar o modelo para atendimento à telefonia celular na prospecção de clientes corporativos e empresariais de modo a otimizar e focar a venda de produtos e serviços nos municípios cujo retorno do investimento seja mais provável.

Incorporar ao método etapas que permitam armazenar informações relevantes, identificadas pelos consultores, sobre as Empresas cadastradas, evitando retrabalhos posteriores na obtenção dos mesmos dados.

Incorporar o cadastro de estoque de circuitos relativos aos produtos, para orçar futuras ampliações nas centrais.

Adaptar o sistema para a Web, incluindo níveis de segurança e acesso aos dados, de modo que ele possa ser acessado pelos consultores da BrT que estão fora da sede.

Desenvolver um histórico de clientes, que têm ou tiveram algum produto de dados, de modo que se possa acompanhar a dinâmica do mercado e realizar ações de reconquista se for o caso.

Desenvolver simulações de crescimento de mercado com base em estratégias de venda, de modo a prever orçamentos e receitas para os próximos ciclos de planejamento.

Por último, ampliar o modelo para que possa simular evolução do mercado concorrente de modo a prever possíveis impactos na receita da operadora.

Considerando os resultados até aqui obtidos e as recomendações de trabalhos futuros, o SMPD pode ser usado para identificar nichos de clientes, e assim a operadora oferecer produtos de telecomunicações, propor soluções arrojadas e dinâmicas, crescer a base de clientes e conseqüentemente aumentar o faturamento da operadora.

Finalmente, é importante ressaltar que o uso sistemático do método permite que sua implementação seja constantemente ajustada e aperfeiçoada, de modo a alinhá-lo com os Ciclos de Planejamento da Operadora, possibilitando maior agilidade, segurança e confiabilidade nas tomadas de decisões e com isso otimizar recursos, diminuir as despesas e garantir o retorno do investimentos realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, Adolfo Oswaldo y LINARES, Martha Carolina. *Estrutura y competitividad en telecomunicaciones. AHCIET – Asociación Hispano-americana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones*. Madri, Espanha: Albadalejo, Año XIX, n.89, p.68-80, Oct./Dic. 2001.

ALBERTSSON, Eric. *ERICOOOL para enfriamiento de instalaciones de telecomunicaciones. Ericsson Review*, Stockholm, Sweden, v.63, n.2, p.49-51, 1986.

ALCATEL. *Virtual Private Network – Solutions Overview*. p.1-19, aug. 2002. Disponível em: <http://www.alcatel.com/doctypes/articlepaperlibrary/pdf/VPNsol_overview.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2003.

ALEXANDERSSON, Rune and JUNBORG, Anders. *Sistema ERICOOOL para enfriamiento pasivo. Ericsson Review*, Stockholm, Sweden, v.63, n.2, p.58-62, 1986.

ALMEIDA, Maria Hermínia Tavares de. *La Política de la Privatización de las Telecomunicaciones en Brasil. Revista de Economía Política*. Editora 34. v.21, n.2 (82), p.43-61, abr./jun. 2001.

ALMQUIST, Ragnar. *Experiencias de operación de ERICOOOL para enfriamiento activo. Ericsson Review*, Stockholm, Sweden, v.63, n. 2, p.52-57, 1986.

ALVES, Diógenes S. Sistema de Informação Geográfica. **Geoprocessamento**. Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. São Paulo, 23 a 25 de Maio de 1990. p.66-78.

ALVES, Luiz. **Comunicação de Dados**. 2a ed. rev. e ampl. São Paulo: Makron Books. 1994.

ANATEL. **PASTE 2000**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov/index.asp?link=/biblioteca/publicacoes/paste/default.htm>>. Acesso em: 27 out. 2003.

ANATEL. **Balanço 2001 – Incluindo os excluídos**. Brasília, DF. 3ª. edição. 17 jan. 2002. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 27 out. 2003.

ANDREASEN, F. and FOSTER, B. **Media Gateway Control Protocol (MGCP) Version 1.0, IETF. RFC 3435**. January 2003. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc3435.txt?number=3435>>. Acesso em: 20 jun. 2003. p.1-210.

ARANGO, M., DUGAN, A., ELLIOTT, I., HUITEMA, C. and PICKETT, S. **Media Gateway Control Protocol (MGCP) Version 1.0, IETF. RFC 2705**. October 1999. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2705.txt?number=2705>>. Acesso em: 20 jun. 2003. p.1-134.

ARANHA, F. Marketing e Quiromancia High Tech. **InfoGeo**. Curitiba: Espaço Geo. Ed. n.9, 2 out. 1999. Disponível em: <http://www.mundogeo.com.br/scripts/ri.asp>. Acesso em: 13 abr. 2003.

ARCOVERDE, Wlaler Lins e SUSLICK, Saul B. O Impacto da Fibra Óptica sobre o Consumo de Cobre (II). In: **IX Seminário de Rede Externa do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 25 a 28 de agosto de 1992, p.33-56, Centro de Treinamento Telebrás, 1992.

ARGONDÍZIO, E.I.; GIGLIOTTI, A.V.; GONÇALVES, J.M. e TEIJEIRO, D.G. Conversão de Mapeamento Urbano: Uma Metodologia para o Projeto Sagre. **Anais IV Conferência Latinoamericana sobre Sistemas de Informação Geográfica e 2º. Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento**. São Paulo, 7 a 9 de julho de 1993. p.207-219.

ARRUDA, José Jobson de A. **História Moderna e Contemporânea**. 23ª ed. São Paulo: Editora Ática S.A. 1990.

ASKELÖF, Joel; CHRISTOPOULOS, Charilaos; CARLANDER, Mathias Larsson and ÖIJER, Fredrik. *Wireless Image Applications And Next Generation Imaging*. **Ericsson Review** – The Telecommunications Technology Journal. Stockholm, Sweden, v.78, n2, p.54-61, 2001.

ATLAS BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES 2002, TELETIME, Editora Glasberg, São Paulo SP, 2002.

AZARITE, José Eduardo, CURADO, Paulo José Pereira e ROMANO, Rogério Botteon. Evolução e Tecnologias para Rede Física de Acesso. In: **XIII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 23 a 27 de Junho de 1997, p.31-51, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1997.

AZEVEDO, Mauro de e SETUBAL FILHO, Rubens Augusto. Planejamento na Transição da Rede Metálica para Rede Óptica de Assinante. In: **IX Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 25 a 28 de agosto de 1992, p.527-558, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1992.

BÄHR, H. P. Sistemas de Informações Geográficas e Cartográficas: Uma Estreita Relação. **Fator GIS**, Curitiba. Ano 1, n.2, p.12-13, 1993.

BAPTISTELLA, Luis Fernando B. e LOBO, Márcio Patusco. **Rede Digital de Serviços Integrados**. São Paulo: Editora McGraw-Hill, 1990.

BARELLA, Irene. A Hora e a Vez da Voz Sobre IP. **CRN Brasil - Computer Reseller News Brasil**. Edição n.137. 10 abr. 2002 Disponível em: <<http://www.crn.com.br/recapa/artigo.asp?id=23059>>. Acesso em 5 abr. 2003.

BARK, Peter Rudolf und SZENTEZI, Otto Istvan. *Comunicaciones Ópticas - Proyectos de Fibra Óptica em los EEUU*. **Telcom Report** Edicion Especial de "Telcom Report" Siemens. V.6, p.71-77. 1983.

BARLETTA, Nicolas Ardito. Prefácio. In: HANKE, Steve H. **Privatizar para Crescer**. Rio de Janeiro: Editorial Nórdica Ltda. 1989. p.7-8.

BARRADAS, Ovídio. **Você e as Telecomunicações**. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

BATTY, Peter M. *The Impact of New Technologies on AM/FM/GIS*. In: **Conference XIX Proceedings 1996 - AM/FM International Conference – Thriving in an Age of Competition**. Seattle, Washington: March 24-27, 1996. p.4-14.

BELLAMY, John. **Digital Telephony**. Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons. 1982, p.1-63.

BENJAMIN, César. Qual o Futuro? **Caros Amigos**. São Paulo. Ano VI, n.61, p.11, abr. 2002.

BERRIGAN, John and FINKBEINER, Carl. **Marketing de Segmentação**. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda. 1994.

BLAZZI, Luís Augusto. Telecomunicações: Possibilidades de Descentralização. In BIAZZI, Luís Augusto, CINTRA, Luis Carlos, ALTHUON, Margret, BONINI, Mairo Roque, GRANJA, Sandra Inês Baraglio, e PECHT, Waldomiro. **Descentralização e Privatização de Infra-Estrutura no Estado de São Paulo**. São Paulo: FUNDAP, 1999. p.217-238.

BIONDI, Aloysio. **O Brasil Privatizado**. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo. 1999.

BLACK, James D. *Integrated Systems, Advanced Users Reflect the State of GIS in Utilities*. **GIS World**. v.9, n.2, p.46-48, February 1996.

BLACK, Uyless. **Data Networks: Concepts, Theory, and Practice**. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1989, p.448-449.

BLAKE, S; BLACK, D; CARLSON, M; DAVIES, E; WANG, Z. and WEISS, W. **An Architecture for Differentiated Services**. IETF. RFC 2475. December 1998. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2475.txt?number=2475>>. Acesso em: 20 jun. 2003. p.1-36.

BORGES, Luiz Ferreira Xavier. O Processo de Privatização do Setor de Telecomunicações na Nova Zelândia e Algumas Analogias com o Brasil. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, v.4, n.8, p.195-208. dez. 1997.

BRADEN, B.; ZHANG, L.; BERSON, S.; HERZOG, S. and JAMIN, S. **Resource ReSerVation Protocol - Version 1 Functional Specification**. p.4-6, setembro 1997. Disponível em: <<http://www.isi.edu/div7/rsvp/rsvp.html>>. Acesso em: 13 abr. 2003.

BRANDTBERG, Hans; FRÖSSLING, Johan; LÜNING, Lena and AKERLUND, Mats. *Geographic Information System. Ericsson Review*, Stockholm, Sweden, v.74, n.4, p.160-166, 1997.

BRASIL, **Lei n.4.117**, de 27 de agosto de 1962. Instituiu o Código Brasileiro de Telecomunicações. Disponível em: <<http://www.mc.gov.br>>. Acesso em: 13 abr. 2003.

BRASIL, **Decreto-Lei n.236**, de 28 de fevereiro de 1967. Complementa e modifica a Lei n.4.117, de 27 de agosto de 1962. Disponível em: <<http://www.mc.gov.br>>. Acesso em 13 de abr. 2003.

BRASIL, Lei n.5.792, de 11 de julho de 1972. Institui política de exploração de Serviços de Telecomunicações, autoriza o Poder Executivo a constituir a empresa Telecomunicações Brasileiras S/A – Telebrás, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 jul. 1972. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br>. Acesso em: 13 abr. 2003.

BRASIL, Lei n.9.295, de 19 de julho de 1996. Dispõe sobre os serviços de telecomunicações e sua organização, sobre o órgão regulador e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 jul. 1996. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br>. Acesso em: 13 abr. 2003.

BREUER, Hans-Jürgen y HELLSTRÖM, Bengt. Redes de *Transmisión Síncronas*. **Ericsson Review**, Stockholm, Sweden, v.67, n.2, p.60-71, 1990.

BURROUGH, P.A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. *Monographs on Soil and Resources Survey n.12*. New York: Oxford University Press Inc., 1994.

CÂMARA, Gilberto. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica: Visão Atual e Perspectivas de Evolução. In: **Anais IV Conferência Latinoamericana sobre Sistemas de Informação Geográfica e 2o Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento**. São Paulo, 7 a 9 de julho de 1993. p.157-183.

CÂMARA, Gilberto; CASANOVA, Marco A.; MAGALHÃES, Geovane Cayres e MEDEIROS, Claudia Maria Bauzer. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996.

CAMERON, Patrick. Fiber in the loop deployment passive optical network. In: **IX Seminário de Rede Externa do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 25 a 28 de agosto de 1992, p.343-346, Centro de Treinamento Telebrás, 1992.

CARLOS, Pedro Ramalho. Telecomunicações: que tendências e que impactos? **Caderno de Economia**, Lisboa, Portugal, Produção Gráfica Polimeios, ano XI, n.44, p.19-24, jul./set. 1998.

CARNEIRO, Francisco Galvão e ROCHA, Carlos Henrique. Reforma do Setor Público na América Latina: uma perspectiva comparada. In: **A Privatização no Brasil - O caso dos serviços de utilidade pública**. Rio de Janeiro. 2000.

Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/ocde/ocde02.pdf>>. Acessado em: 24 ago. 2003. p.46-70.

CARNEIRO, Rufino Dionísio S. Estratégias de Evolução de Rede Plesiócrona para Rede Síncrona ("PDH To SDH Migration Strategy"). **Revista Telebrás**, Brasília, DF, v.16, n.55, p.106-114, set. 1992.

CASTLEBERRY, Frank. **Are you an OSP Enabler? Outside Plant**. Disponível em: <<http://www.byers.com/Corporate/press/latestnews/er-2.pdf>>. Acessado em: 21 jul. 2003.

CHUERY, Flávio Castelli. Explosão tributária nas telecomunicações. **Revista Telebrasil**. Rio de Janeiro, ano 25, n.140, p.66, nov./dez. 1999.

CISCO. **Internetworking Technologies Handbook**. Chapter 8, p.8.1-8.3. Disponível em: <<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintuwk/ito-doc/fddi.pdf>>. Acessado em 7 jan. 2003a.

CISCO. **Internetworking Technologies Handbook: Resource Reservation Protocol**. Chapter 48, p.48.1-48.12. Disponível em: <<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintuwk/ito-doc/rsvp.pdf>>. Acessado em 14 jun. 2003b.

CLEMENTI, Aldo. Sistema Gerencial de Serviço Móvel Celular - SGSMC. **GIS Brasil 94**. Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento. 17 a 21 outubro 1994. Curitiba: SAGRES. 1994. Secção: Concessionárias p.13-17.

COMER, Douglas E. **Internetworking with TCP/IP - Principles, Protocols and Architecture**. New Jersey: Prentice-Hall, v.1, 3rd ed. 1995.

CORREA, Bernardino; THIAGO, Heitor Blum S. e SILVA, Marcos de Souza. Especificação de um Sistema de Supervisão e Gerência de Equipamentos de Comunicação de Dados. In: **9º.Simpósio Brasileiro de Rede de Computadores**. Florianópolis, 27 a 29 de maio de 1991. p.168-182.

CORRÉA, Lucia Helena. Projetos em Ritmo Lento. **World Telecom**. São Paulo: IDG – Computerworld do Brasil Serv. e Public. Ltda. Ano IV, n.39, outubro de 2001, SP, 2001a.

CORRÉA, Lucia Helena. Meta é Proteger Investimentos. **World Telecom**. São Paulo: IDG – Computerworld do Brasil Serv. e Public. Ltda. Ano IV, n.39, outubro de 2001, SP, 2001b.

COUTO, Paulo Heslander. Outra Defesa do Modelo Vigente. In: SIQUEIRA, Ethevaldo. **Telecomunicações: Privatização ou Caos**. São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.163-165.

COWAN, L. Gray. Um Apanhado Global da Privatização. In: HANKE, Steve H. **Privatizar para Crescer**. Rio de Janeiro: Editorial Nórdica Ltda. 1989. p.31-39.

CPqD/TELEBRÁS (DSO). **Especificação Técnica de Conversão de Dados /**

Projeto Piloto, versão 1.0. Campinas: Telebrás. 1995.

CUERVO, F.; GRENNE, N.; HUITEMA, C.; RAYHAN, A.; ROSEN, B. and SEGERS, J. **Megaco Protocol version 0.8, IETF. RCF 2885**, August 2000. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2885.txt?number=2885>>. Acesso em: 20 jun. 2003. p.1-170.

CUNHA, Erimar Bridier. Telefonia Celular Fixa – Experiência Trópico. In **XII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 26 a 30 de agosto de 1996, p.311-322, Centro Nacional de Capacitação Telebrás, 1996.

CRUSI, Suzzane. A Dual Approach To Managing Outside Plant Data. In **VIII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 24 a 27 de junho de 1991, p.403-416, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1991.

DALL'ANTONIA, Juliano Castilho. Atualização Tecnológica dos Procedimentos de Planejamento e Projetos de Rede Externa. In: **IX Seminário de Rede Externa do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 25 a 28 de agosto de 1992, p.63-73, Centro de Treinamento Telebrás, 1992a.

DALL'ANTONIA, Juliano Castilho. Rede Óptica de Assinantes: Uma Breve Análise. **Revista Telebrás**, Brasília, DF, v.16, n.55, p.5-9, setembro 1992b.

DANGERMOND, Jack. GeoBusiness in the Utility Industry: It's Time. In: **Conference XIX Proceedings 1996 - AM/FM International Conference – Thriving in an Age of Competition**. Seattle, Washington, March 24-27, 1996. p.200-205.

DANIELSSON, Stefan. *An Introduction to the Ericsson Transport Network Architecture*. **Ericsson Review**. Stockholm, Sweden, v.69, n.3, p58-61, 1992.

DAVISON, Jeanne C. *Transitioning to an Uncertain and Competitive Environment*. In: **Conference XIX Proceedings 1996 - AM/FM International Conference – Thriving in an Age of Competition**. Seattle, Washington, March 24-27, 1996. p.548-555.

DELFINO, Gardel Moreira. Voz sobre IP. **Seminário de Redes de Computadores – COE728** – Período 99/01. Disponível em: <<http://www.gta.ufrj.br/~gardel/redes/rede.htm>>. Acessado em: 20 dez. 2002.

DETERMAN, Sheri. *Calidad de servicio en la empresa sin fronteras*. **Revista de Telecomunicaciones de Alcatel**. p.1-8, 1º trimestre, abr. 2003. Disponível em: http://www.alcatel.com/doctypes/articlepaperlibrary/pdf/ATR2003Q1/T0304-Calidad_de_Servi.-ES.pdf. Acesso em: 13 out. 2003.

DIAS, Lia Ribeiro. Telefônica e Telemar dão a largada. **Telecom.**, São Paulo, ano15, n.174, p.24. mar. 2003. Disponível em: <<http://www.jornaltelecom.com.br>>.

DOLL, Dixon R. **Data Communications Facilities, Networks, and Systems Design**. USA: Wiley-Interscience Publication. 1978.

DONAHUE, John D. **Privatização: Fins públicos, meios privados**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor. 1992.

DONALDSON, William R. Enterprise Data and Competition in Telecommunications. In: **Conference XIX Proceedings 1996 - AM/FM International Conference – Thriving in an Age of Competition**. Seattle, Washington, March 24-27, 1996. p.568-575.

DONGHI, Halperin. **História da América Latina**. São Paulo: Circulo do Livro S.A.

DUARTE, Herculano A L. e CARVALHO, José Maria de. Panorama da RDSI no Mundo Janeiro/1993. **Revista Telebrás**, Edição Tecnologia, Brasília, DF, v.17 n.58, p.41-56, Outubro 1993.

DUPRAT, Carlos Fernando Ximenes. Soluções Wierless Local Loop como Alternativa à Rede Convencional. In **XIII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 23 a 27 de Junho de 1997, p.69-82, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1997.

ENGEL, James F.; BLACKWELL, Roger D. and MINIARD, Paul W. **Consumer Behavior**. USA: Dryden Press. Cap. 21, p.693-719. 1993.

EPSTEIN, Jack. *Unbundling Telebrás*. **Time**. p.37. August, 10, 1998.

ESRI. **Utility GIS – Embeddable GIS – What It Mens for Utilities**. March 1999. p.8. Disponível em: <<http://www.esri-portugal.pt/mercados/documents/embegis.pdf>>. Acesso em 21 jul. 2003.

ESRI. **Utility GIS – More Than Just AM/FM**. April 2003. p.8. Disponível em: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/utility-gis.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2003.

FERNANDES, Nelson Luiz Leal. **Voz sobre IP: Uma Visão Geral**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.ravel.ufrj.br/publicacoes/nelson_voip.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2003.

FERNANDEZ, Arsênio Roman. Viabilidade da Rede Primária Óptica. In **XII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 26 a 30 de agosto de 1996, p.75-95, Centro Nacional de Capacitação Telebrás, 1996.

FERRARI, Antônio Martins. **Telecomunicações Evolução & Revolução**, São Paulo: Erica, 1991.

FERRARI, Gabriel Vieira. Panorama do Geoprocessamento em Santa Catarina. Tema III Desenvolvimento Tecnológico e o Cadastro Técnico Multifinalitário. In: COBRAC. **Anais do 2º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico**. p.III 11-20, Florianópolis, 13 a 17 de outubro de 1996.

FERREIRA, Wanise. As espelhos mantêm a dianteira. **Telecom**. São Paulo, ano 15, n.174, p.25, mar. 2003. Disponível em: <<http://www.jornaltelecom.com.br>>.

FERREIRA JÚNIOR, Dorinato Iolando e CAMPOS, Eduardo Pompeu. Evolução da Planta Externa e Provimento de Acessos a Grandes Clientes. In: **XII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 26 a 30 de agosto de 1996, p.283-294, Centro Nacional de Capacitação Telebrás, 1996.

FINEBERG, Victoria. **QoS Support in MPLS Networks**. Forum: May 2003. Disponível em: <<http://www.mplsforum.org/tech/MPLSQOSWPMay2003.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2003.

FONSECA, João Carlos Pinheiro da. O que é a Voz em Pacote ? **Telebrasil**, Rio de Janeiro, ano XXIV, n. 132, p.50-52, jul./ago. 1998.

FONSECA, João Carlos Pinheiro da. A Telefonia IP Está Chegando. **Telebrasil**, Rio de Janeiro, ano XXV, n.140, p.60-61, nov./dez. 1999.

FONSECA, João Carlos Pinheiro da. Serviço Móvel Pessoal Revolucionaria Mercado. **Telebrasil**, Rio de Janeiro, ano XXV, n.144, p.10-14, jul./ago. 2000a.

FONSECA, João Carlos Pinheiro da. Evolução: 2G, 2.5G, 3G e 4G. **Telebrasil**, Rio de Janeiro, ano XXV, n.144, p.16-18, jul./ago. 2000b.

FONSECA, João Carlos Pinheiro. Faltam três meses para a abertura. **Telebrasil**, Rio de Janeiro, ano 26, n.151, p18-20, set./out. 2001.

FONSECA, Júlio César, CURADO, Paulo José e CONCEIÇÃO JUNIOR, Valentin Gomes da. Evolução de Rede Externa para Atendimento de Novos Serviços. In **XII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 26 a 30 de agosto de 1996, p.21-33, Centro Nacional de Capacitação Telebrás, 1996.

FORGET, François e GLÓRIA, Antônio Augusto Firmato. Broadband Networking Technical and Market Update. In: **I Seminário Telebrás Redes e Serviços Faixa Larga**. Brasília, DF, 27 a 29 de julho de 1994, p.477-497, Centro Nacional de Capacitação Telebrás, 1994.

FURTADO, Rômulo Villar. A Iniciativa Privada e a Liberalização. In: SIQUEIRA, Ethevaldo. **Telecomunicações: Privatização ou Caos**. São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.95-103.

GALVANI, Álvaro Augusto e JOANA, José Carlos César. Soluções de Rede de Acesso: Serviços Convencionais e Introdução de Novos Serviços. In: **XIII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 23 a 27 de Junho de 1997, p.339-357, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1997.

GARBI, Gilberto Geraldo. O Futuro é a Privatização. In: SIQUEIRA, Ethevaldo. **Telecomunicações: Privatização ou Caos**. São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.10-29.

GAT – Grupo de Assessoramento Técnico do Ministério Público Federal. **Relatório do GAT sobre o Processo de Privatização da Telebrás**. 23 julho 1998. Disponível em: <<http://www.indecs.org.br/GAT.doc>>. Acessado em: 15 jul. 2002.

GIAMBIAGI, Fabio e MOREIRA, Maurício Mesquita. Políticas Neoliberais? Mas o que É o Neoliberalismo? **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, v.7, n.13, p.171-190, jun. 2000.

GOOSSENS, Philippe; WEIDONG, Li and YONGGEN Wan. *Convergencia De Servicios y su Impacto en la Arquitectura y Evolucion de Red: el Ejemplo Chino*. **Revista de Telecomunicaciones de Alcatel**. 1º trim. 25 abr. 2003, p.1-10. Disponível em: <<http://www.alcatel.com/doctypes/articlepaperlibrary/pdf/ATR2003Q1/T0304-Convergencia-ES.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2003.

GÓES, Augusto. Torres: um novo perfil. **Telebrasil: Revista Brasileira de Telecomunicações**. Rio de Janeiro, ano XXV, n.137, p.38-39. Mai./Jun. 1999.

GORINI, Ana Paula Fontenelle. Regulamentação do Setor de Telecomunicações Inglês e seus Impactos sobre o Welfare. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, v.3, n.5, p.127-154, jun. 1996.

GUERRA, Silvio Neto Bezerra. Introdução à Edição Brasileira. In: HANKE, Steve H. **Privatizar para Crescer**. Rio de Janeiro: Editorial Nórdica Ltda. 1989. p.9-25.

GUIMARÃES, Dayani Adionel. Introdução às Comunicações Móveis. **INATEL Telecomunicações**, v.1, n.1, agosto 1998. Disponível em: <<http://www.inatel.br/nova2/revista/v01-pg01.asp>>. Acesso em: 5 mar. 2003.

GUIMARÃES, Dayani Adionel. **Sistemas de Comunicação Móvel de Terceira Geração**. Ano2001. Disponível em: <http://www.eletricazine.hpg.ig.com.br/apo_telecom.htm>. Acesso em: 5 mar. 2003.

GRUNDSELL, Andréas and MALLMIN, Karin. *Supply as na enable in the new telecoms Workd*. **Ericsson Review** - The Telecommunications Technology Journal, Stockholm, Sweden, v.78, n.2, p.80-87, 2001.

HANDLEY, M.; SCHULZRINNER, H.; SCHOOLER, E. and ROSENBERG, J. SIP: **Session Initiation Protocol, IETF. RCF 2543**. March 1999. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2543.txt?number=2543>>. Acesso em: 11 jun. 2003. p.1-153.

HANKE, Steve H. Introdução. In: _____. **Privatizar para Crescer**. Rio de Janeiro: Editorial Nórdica Ltda. 1989. p.28-30.

IEC, International Engineering Consortium. **Virtual Private Networks (VPNs)**. Disponível em: <http://www.iec.org/online/tutorials/vpn/glossary.html>. Acesso em: 13 abr. 2003. p.1-17.

JACOBÆUS, Chirstian. *Influencia de las telecomunicaciones sobre la estrutura de la sociedad*. **Ericsson Review**. Stockholm, Sweden, v.54, n.4, p.144-148, 1977.

JOHNSSON, Renato. O Modelo Esgotado. In: SIQUEIRA, Ethevaldo.

Telecomunicações: Privatização ou Caos. São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.112-116.

JUHL, Ginger. *Utilities Race for a Competitive Edge*. **GIS World**. v.11, n.5, p.42-46, May 1998.

JUNQUEIRO, Raúl. As Telecomunicações e a Convergência. **Caderno de Economia**, Lisboa, Portugal, Produção Gráfica Polimeios, ano XI, n.44, p.12-16, jul./set. 1998.

KARIYA, Tetsuo; VILHENA, Luis Henrique e EINECKE, Ronaldo Mariano. Otimização da Rede Metálica. In **XII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 26 a 30 de agosto de 1996, p.175-193, Centro Nacional de Capacitação Telebrás, 1996.

KENDALL, Terrell G. *Integration Ignits State-of-the-Art AM/FM/GIS*. **GIS World**. v.11, n.5, p.48-50, May 1998. Disponível em: <<http://www.gw.geoplace.com>>.

KEYNES, John Maynard. A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda. In: **Os Economistas**. 2ª ed. São Paulo: Nova Cultural. 1985.

KIERNAN, Brian. *Strategic Data vs. Tactical Applications Competitive Migration Approaches*. In: **Conference XIX Proceedings 1996 - AM/FM International Conference – Thriving in an Age of Competition**. Seattle, Washington: March 24-27, 1996. p.46-49.

KIERNAN, Brian and BLACK, James. *System Performance in Search of the “Killer App”*. **GIS World**. vol. 11, n.1, p.42-46, January 1998. Disponível em: <<http://www.gw.geoplace.com>>.

KLEINROCK, Leonard. *Fundamentos de la conmutación de paquetes*. **Ericsson Review**, Stockholm, Sweden, v.59, n.3, p.121-124, 1982.

KOLTE, Johan y ZIRATH, Hakan. *Sistemas de Enfriamiento para Centrales Telefónicas; Comparación entre Diferentes Principios*. **Ericsson Review**, Stockholm, Sweden, v.66, n.4, p.146-152, 1989.

KÖSTLER, Günter. *Comunicaciones Opticas - Proyectos de Fibra Optica para el Correo Federal Alemán y Otros Usuarios en Europa*. **Telcom Report** Edición Especial de “Telcom Report” Siemens. V.6, p.64-70. 1983.

KOTLER, Philips and ARMSTRONG, Gary. **Princípios de Marketing**. Rio de Janeiro: Editora Prentice-Hall do Brasil Ltda. 1993. p.195-213.

KRIMMEL, H., BUERKLE, H., HAISCH, H., KAISE, N., MANZ, W., SCHAEPPERLE, J., TOMSU, M., e WOLDE, J. Redes HFC: Uma Proposta de Digitalização do Segmento Óptico. **RTI Redes, Telecom e Instalações**. São Paulo: Aranda Editora, Ano II, n. 17, p.70-77, Out. 2001.

KROGFOSS, Bill and PIROT, Johan. *Next Generation networks: enablers for new*

business models. Alcatel Telecommunications Review. p.91-96, 2º. Quarter 2001. Disponível em: <http://www.alcatel.com/atr/abstract.jhtml?_DARGS=/common/atr/DATR_verity_results.jhtml.3_A&_DAV=/x/articlepaperlibrary/ATR2001Q2_04piro.jhtml>. Acesso em: 26 jun. 2003.

LAFUENTE, Carlos Alberto. Pluggability Concept in Mechanical Splice for Copper Cables. In: **IX Seminário de Rede Externa do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 25 a 28 de agosto de 1992, p.375-400, Centro de Treinamento Telebrás, 1992.

LAGERSTEDT, Bengt and NYMAN, Hans. *ATM in Public Telecommunications Networks. Ericsson Review*, Stockholm, Sweden, v.70, n.3, p.114-124, 1993.

LAMANNA, Neide. Voz sobre IP só Espera a Ordem de Largada. **RNT – Revista de Negócios em Telecomunicações**, São Paulo, p.58-63, Out. 2001.

LAMI Laboratório de Mídias Interativas da PUC/PR. **Redes de Alta Velocidade – ATM**. Curitiba: LAMI, 2000. 1 CD-ROM. Windows 2000.

LEÓN, Omar. Aspectos generales del Acceso a las Redes. **AHCIET – Asociación Hispano-americana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones**. Madri, Espanha: Albadalejo. n.92, p.32-43, 2002. Disponível em: <http://www.ahciet.net/REVISTA/default.asp?id=10299&idm=10007>>. Acesso em 20 out. 2003.

LIMA, Nelson Paulo. **Como Não Privatizar: uma proposta para o Brasil**. Brasília: Gráfica Valci. 1999.

LIN, Albert. The Long Beach AM/FM/GIS Implementation. In: **IV Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento**. Centro de Convenções Rebouças, São Paulo. 04 a 06 novembro 1997. p.26-39.

LÍRIO, Sérgio. Por um fio de justiça. **Carta Capital**. São Paulo: Editora Confiança. Ano IX, n.248, 9 jul. 2003. p.26-30. Disponível em: <<http://www.cartacapital.com.br>>.

LOBO, Ana Paula. Competição Provoca Deflação no DDI. **Computerworld**. Ano X, n.367, 10 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.computerworld.com.br>>.

LOBO, Roberto Jorge Haddock. **História Econômica Geral e do Brasil**. São Paulo: Editora Atlas. 5ª ed. 1975.

LOCH, Carlos e LAJÚS, Francisco Carlos. O SIG como Ferramenta de Mercado de Telecomunicações. In: COBRAC 2002, 06 a 10 out. 2002. Florianópolis. **Anais eletrônicos do COBRAC**. Florianópolis, UFSC, 2002.

LUNDFALL, Kajsa. *Frame Relay – for Faster and More Efficient Data Communications. Ericsson Review*. Stockholm, Sweden. v.69, n.1-2, p.3-11, 1992.

MACEDO, Carlil Gibran Fonseca de, BRAGA, Nilton C.N. da Costa, e ALVES JR., Nilton. Tutorial: Redes ATM. **I Workshop do Rio de Janeiro em Redes de Alta Velocidade**. CBPF – NT – 005/99. mesonpi.cat.cbpf.br/naj, 22 dez. 1999. p1-25.

Disponível em: <<http://www.rederio.br/ceo/introducao/atm.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2003.

MACE, Mark R. **AM/FM 101: The GIS Mind-Meld**. GITA 1997. Disponível em: <http://www.gisdevelopment.net/proceeding/gita/1997/feiafgis/36.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2003.

MACULAN, Anne-Marie e LEGEY, Liz-Rejane. As experiências internacionais de regulação para as telecomunicações e a reestruturação dos serviços no Brasil. **Revista de Economia Política**. Editora 34. v.16, n.4 (64), p.67-86, out./dez. 1996.

MAGALHÃES, Geovane Cayres. Projeto SAGRE – Estágio Atual. **GIS Brasil 96**. Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento. 06 a 10 maio 1996. Curitiba: SAGRES. 1996. Módulo Concessionária, p.125-133.

MAGALHÃES, Geovane Cayres; GIGLIOTTI, Alcymar Vaz; SANTOS, Cláudio L.F.; TEIJERO, Daniel e ARGONDIZIO, Emerson Leo. Especificação Técnica de Conversão de Dados – Proposta da Telebrás – Projeto SAGRE. **GIS Brasil 94**. Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento. 17 a 21 outubro 1994. Curitiba: SAGRES. 1994. Secção: Concessionárias p.43-52.

MAGALHÃES, Geovane Cayres e MONTANHA, Enaldo. Geo-Referencing Brazilian Public Telephones. **GITA 2003**. Annual Conference 26 Proceedings, San Antonio Texas, March 2-5, 2003.

MAIA, José Everardo Bessa. Planejamento de Plantas Metropolitanas Multiredes. In **XIII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 23 a 27 de Junho de 1997, p.331-338, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1997.

MALAB, Carlos Henrique Silva. Análise Comparativa de Sistemas Wireless Local Loop com Alternativas de Redes de Acesso Cabeadas. In **XIII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 23 a 27 de Junho de 1997, p.53-68, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1997.

MALAVAZI, José Luiz. Aspectos Gerais da Rede Síncrona. **Revista Telebrás**, Brasília, DF, v.15, n.52, p.29-34, agosto 1991.

MANCINI, Luciana. O Estado e as Telecomunicações. In: SIQUEIRA, Ethevaldo. **Telecomunicações: Privatização ou Caos**. São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.124-129.

MARBLE, Duarte F. *The North American Geoprocessing Experience: Lessons and Future Prospects*. **Geoprocessamento**. Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. São Paulo, 23 a 25 de Maio de 1990. p.88-94.

MARQUEZ, Eduardo Jaime. La Tecnología SIG como soporte, validación y Gestión de Redes de Servicios. XX Congresso Brasileiro de Cartografia. IX Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura. VIII Conferencia Ibero-Americana de SIG. Centro de Convenções da PUCRS 7 a 12 de outubro de 2001. **Anais eletrônicos de O Espaço Sem Fronteiras**, arq.: "t7marqueztsc.PDF". Porto Alegre, RS.

MARTIN, James. **Telecommunications and the Computer**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Cap.19, p.331-348. 1969.

MARTINELLI, Camilo Eugênio e CARNEIRO, Fabiano Roberto – Evolução das Redes Híbridas Fibra/Coaxial. In **XII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 26 a 30 de agosto de 1996, p.247-258, Centro Nacional de Capacitação Telebrás, 1996.

MARTINS, José Eduardo; GONÇALVES, Ranieri de Araújo e VIANNA, Bruno Souza. Rede Inteligente: Cenário Internacional e Perspectivas para o Brasil. **Revista Telebrás**. Brasília, DF, v.15, n.52, Agosto 1991, p.35-47.

MEIJER, Anton and PEETERS, Paul. **Computer Network Architectures**. Pitman Publishing, Great Britain, 1983.

MENEZES, Vânia Maria de; PAULA FILHO, Wilson de Pádua; FERREIRA, Francisco Messias; PÁDUA, Guilherme Pereira da Silva e; PEREIRA, José Ricardo Máximo. Uma Experiência de Implantação de Geoprocessamento como Suporte à Engenharia de Telecomunicações. **GIS Brasil 96**. Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento. 06 a 10 maio 1996. Curitiba: SAGRES. 1996. Módulo Concessionária p.157-166.

MICROSOFT. **Course Number 672: Conceitos Básicos de Rede**. Rendmond, Washington, 1996.

MILLER, Kevin W. and FISCHER, Jennifer L. Do You Know Where Your Customer Are?. In: **Conference XIX Proceedings 1996 - AM/FM Intenational Conference – Thriving in an Age of Competition**. Seattle, Washington: March 24-27, 1996. p.93-100.

MILNER, Murray and PIZZICA, Vince. *Telecom New Zealand: Pragmatic Evolution to Next Generation Networks*. **Alcatel Telecommunications Review**. p.1-8. 1o Quarter 2003. Disponível em: http://www.alcatel.com/atr/abstract.jhtml?_DARGS=/common/atr/DATR_verity_results.jhtml.3_A&_DAV=/x/articlepaperlibrary/ATR2003Q1A07.jhtm l. Acesso em: 26 jun. 2003.

MONTEIRO, Salete; LAJÚS, Francisco Carlos e LOCH, Carlos. Um Modelo de Cadastro Unificado. In: COBRAC 1998, 18 a 22 out. 1998. Florianópolis. **Anais eletrônicos do COBRAC**. Florianópolis, UFSC, 1998.

MONTORO, Fábio de Azevedo. **Transmissão de Dados e Modem**. São Paulo: Editora Érica, cap.1, p.11-13, 1990.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. Por que pagamos tão caro pela telefonia? **Revista Telebrasil**. Rio de Janeiro, ano 27, n. 156, p.46, junho/julho 2002.

MOURA, José Antônio Beltrão, SAUVÉ, Jacques Philippe, GIOZZA, William Ferreira e ARAÚJO, José Fábio Marinho de. **Redes Locais de Computadores – Protocolos de Alto Nível e Avaliação de Desempenho**. São Paulo: McGraw-Hill, 1986, p.1-48.

MOREIRA, Terezinha. O Processo de Privatização Mundial: Tendências Recentes e Perspectivas para o Brasil. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.97-112, jun 1994.

MURHAMMER, Martin W., ATAKAN, Orcun, BRETZ, Stefan, PUGH, Larry R., SUZUKI, Kazunari e WOOD, David H. **TCP/IP Tutorial e Técnico**. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda. 2000.

NASCIMENTO, Cynthia Araújo. A Política de Concorrência no Brasil e o Novo Paradigma Regulatório. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, v.3, n.5, p.155-170, jun 1996.

NICHOLS, K.; BLAKE, S. and BLACK, D. **Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers, IETF. RCF 2474**. December 1998. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2474.txt?number=2474>>. Acesso em: 11 jun. 2003. p.1-20.

NILSSON, Torbjörn. Toward Third-generation *Mobile Multimedia Communication*. **Ericsson Review, The Telecommunications Technology Journal**. Stockholm, Sweden, v.76, n.3, p.122-131, 1999.

NILSSON, Mats, *Third-generation Radio Access Standards*. **Ericsson Review, The Telecommunications Technology Journal**, Stockholm, Sweden, v.76, n.3, p.110-121, 1999.

NOVAES, Ana. Privatização do Setor de Telecomunicações no Brasil. In: **Privatização no Brasil - O caso dos serviços de utilidade pública**. Rio de Janeiro. 2000. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/ocde/ocde05.pdf>>. Acessado em 24 ago. 2003. p.145-177.

NORTEL/PROMON – Aspectos de Mercado de uma Rede Específica para Acesso Sem Fio. In **XIII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 23 a 27 de Junho de 1997, p.83-100, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1997.

NÚÑEZ, Jesús Banegas. La nueva economía, desde la periferia. **AHCIET – Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones**. Madri, Espanha, año XVIII, n.85, Octubre/Diciembre 2000. 2000. Disponível em: <<http://www.ahciet.net/revista/85/imprimir.asp?IR=85&IC=11>>. Acesso em 21 mar. 2002.

ODENWALDER, Edgar P. GIS Take on Strategic Role in Upcoming Telecom Wars. In: **Conference XIX Proceedings 1996 - AM/FM Intenational Conference – Thriving in an Age of Competition**. Seattle, Washington: March 24-27, 1996. p.454-457.

OGATA, Paulo H., Personal Handy Phone System (PHS) no Ambiente Wireless Local Loop. In **XII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 26 a 30 de agosto de 1996, p.295-309, Centro Nacional de Capacitação Telebrás, 1996.

OHASHI, Ted M. Comercialização das Empresas Estatais. In: HANKE, Steve H. **Privatizar para Crescer**. Rio de Janeiro: Editorial Nórdica Ltda. 1989. p. 123-132.

OLIVEIRA, Ana. RDSI Desenha aos poucos seu caminho no Brasil. **Revista Telebrasil**. Rio de Janeiro, Ano XXV, n.137, p.32, maio/junho 1999.

OLIVEIRA, Ana Paula. Nas ondas da Convergência. **World Telecom**. São Paulo: IDG – Computerworld do Brasil Serv. e Public. Ltda., ano IV, n.39, outubro de 2001a.

OLIVEIRA, Ana Paula. Serviços ao Gosto do Freguês. **World Telecom**. São Paulo: IDG – Computerworld do Brasil Serv. e Public. Ltda., ano IV, n.39, outubro de 2001b.

OLIVEIRA, Cêurio de. **Dicionário Cartográfico**. 4ª. edição. Rio de Janeiro: IBGE. 1993.

OLIVEIRA, Euclides Quandt de. É preciso despolitizar. In: SIQUEIRA, Ethevaldo. **Telecomunicações: Privatização ou Caos**. São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.91-94.

OLIVEIRA, Gesner. **Aspectos Concorrenciais da Privatização em Setores Regulados: Diretrizes para a Defesa da Concorrência**. Relatório n. 21/1998. São Paulo: Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getulio Vargas, Núcleo de Pesquisa e Publicações, Série Relatórios de Pesquisa, 1998.

OLIVEIRA, Luis Antônio Alves de. **Comunicação de Dados e Teleprocessamento: uma abordagem básica**. São Paulo: Atlas, 1986, p.146-153.

OLIVEIRA NETO, Bráulio Augusto de. Técnica de DG's em Centrais de Comutação Telefônica). In: **IX Seminário de Rede Externa do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 25 a 28 de agosto de 1992, p.415-431, Centro de Treinamento Telebrás, 1992.

OWEN, Peter K. *Telco GIS proves its Worth*. **GIS World**. v.11, n.7, p.44-48, Jul. 1998. Disponível em: <<http://www.gw.geoplace.com>>.

PÁDUA, Guilherme P.S. e PEREIRA, José Ricardo M. Desenvolvimento do Sistema SAGRE na Telemig. In: **VIII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 24 a 27 de junho de 1991, p.443-460, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1991.

PAGLIONE, Antenor, e RANDI, Renata. Redes de próxima geração: evolução ou revolução. **RTI Redes, Telecom e Instalações**. São Paulo: Aranda Editora, Ano II, n.17, p.58-61, out. 2001.

PAN, Heng. **SNMP – Based ATM Network Management**. Boston, London: Artech House Publishers, 1998.

PATACA, Daniel Moutinho, MAGRO, Júlio César e MENDES, José Manoel Duarte. Telefonía Internet Protocol, Uma Rede para a Próxima Geração. **Telebrasil**, Rio de Janeiro, ano XXV, n.144, p.54-55, jul./ago. 2000.

PENSO, Juan Francisco Rojas. The Role of Modern Telecommunication Systems in Promoting Social and Economic Development in Latin America. **Connect-World Latin America**. London: Third Quarter, 2001. p.7-8.

PEOPLES, James. *Deregulation and the Labor Market*. **Journal of Economic Perspectives**. Illinois: Press, Chicago, v.12, n.3, p.111-130, summer 1998.

PFERD, W. *The Evolution and Special Features of Bell System Telephone Equipment Buildings*. **The Bell System Technical Journal**. Printed in USA, v.58, n.2, p.427-466, february 1979.

PIAGGESI, Danilo. *Digital Convergence, Regulation and Sustainable Development: The Role of the Inter-American Development Bank*. **Connect-World Latin America**. London: Third Quarter, 2001. p.9-12.

PINES, José e BARRADAS, Ovídio César Machado. **Telecomunicações: Sistemas Multiplex**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científicos, Embratel, p.16-39, 1978.

PINHEIRO, Armando Castelar. A Experiência Brasileira de Privatização: O Que Vem a Seguir? In: **Segunda Conferência Anual de Desenvolvimento Global**. Tóquio, 10-13 dezembro 2000. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/Td/Td-87.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2003.

PINHEIRO, Armando Castelar e GIAMBIAGI, Fábio. Os Antecedentes Macroeconômicos e a Estrutura Institucional da Privatização no Brasil. In: **Privatização no Brasil - O caso dos serviços de utilidade pública**. Rio de Janeiro. 2000. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/ocde/ocde01.pdf>>. Acessado em: 24 ago 2003. p.13-144.

PINHEIRO, Paulo Ricardo Guedes. **Visão Geral de Telecomunicações**. Workshop Tecnologias e Negócios. Curso ministrado na FURB em 2003.

PIRES, José Cláudio Linhares. A Reestruturação do Setor de Telecomunicações no Brasil. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, v.6, n.11, p.187-214, jun. 1999.

PIRES, José Cláudio Linhares e DORES, Adely Branquinho das. Fusões e Aquisições no Setor de Telecomunicações: Características e Enfoque Regulatório. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, v.7, n.14, p.179-228, dez. 2000.

PIRES, José Cláudio Linhares e PICCINNI, Maurício Serrão. Aspectos tecnológicos dos serviços de telecomunicações. **Ensaio BNDES**, 5. Rio de Janeiro: BNDES, dez. 1997.

Prática Telebrás 210-001-103. Planejamento de Rede Óptica Primária (ROP). **Sistema de Documentação Telebrás**. Série 'Engenharia'. P.1-12. Emissão:01 abr, 1996.

Prática Telebrás 210-110-700. Princípios e Critérios para Elaboração de Plano de Encaminhamento de Chamadas Telefônicas Automáticas e Semi-automáticas para a

Transição da Rede Analógica para a Rede Digital. **Sistema de Práticas Telebrás**. Série 'Engenharia'. P.1-26. Emissão: 02 mai. 1992.

Prática Telebrás 210-110-707. Princípios e Critérios para Elaboração de Plano de Encaminhamento de Chamadas Telefônicas Automáticas e Semi-automáticas para a Rede Digital Integrada (RDI). **Sistema de Práticas Telebrás**. Série 'Engenharia'. P.1-15. Emissão: 01 mai. 1992.

Prática Telebrás 210-110-712. Plano de Transmissão de Telecomunicações (PTT). **Sistema de Práticas Telebrás**. Série 'Engenharia'. P.1-7. Emissão: 02 mai. 1992.

Prática Telebrás 210-120-002. Soluções Tecnológicas em Redes de Acesso. **Sistema de Documentação Telebrás**. Série 'Engenharia'. P.1-26. Emissão: 01 abr. 1998.

Prática Telebrás 210-120-101. Implantação da Hierarquia Digital Síncrona (SDH) no Sistema Telebrás. **Sistema de Documentação Telebrás**. Série 'Engenharia'. P.1-14. Emissão: 01 ago. 1994.

Prática Telebrás 210-120-102. Atualização Tecnológica dos Procedimentos de Planejamento e Projeto da Rede de Assinante. **Sistema de Práticas Telebrás**. Série 'Engenharia'. P.1-11. Emissão: 01 nov. 1993.

Prática Telebrás 210-120-103. Conceitos de Rede Óptica Primária (ROP). **Sistema de Documentação Telebrás**. Série 'Engenharia'. P.1-9. Emissão: 01abr. 1996.

Prática Telebrás 210-120-104. Conceitos de Rede Híbrida Fibra/Coaxial (HFC). **Sistema de Documentação Telebrás**. Série 'Engenharia'. P.1-12. Emissão: 01nov. 1996.

Prática Telebrás 235-001-607. Procedimento de Projeto para Rotas Estratégicas. **Sistema de Documentação Telebrás**. Série 'Engenharia'. P.1-24. Emissão: 01jun. 1994.

Prática Telebrás 235-300-600. Princípios Gerais de Planejamento e Projeto de Redes. **Sistema de Práticas Telebrás**. Série 'Engenharia'. P.1-10. Emissão: 01 mai. 1979.

Promon Eletrônica Ltda e Treinar Treinamento Empresarial Ltda. **Teoria Básica de Sistema**. Guia de Treinamento, cód. TBSTM-P01, Ed. 2.0, Jan. 2000.

REGO, Luiz Carlos Moraes. As Lições da Liberalização. In: SIQUEIRA, Ethevaldo. **Telecomunicações: Privatização ou Caos**. São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.48-53.

Revista Telebrás. Telebrás: Integrando um País Continente. **Revista Telebrás**, Brasília, DF, v.18, n.62, p.45-51, dez. 1994.

RIBEIRO, Marcello Peixoto e BARRADAS, Ovídio César Machado. **Telecomunições: Sistemas analógico-digitais**. Rio de Janeiro: Livro Técnico e Científico:

Embratel, p.789-1095, 1980.

RICHARDSON, Paul. ***What is Network?*** (*what type of networks are there?*) – Page created: 12 May 2001, Last updated 3 April 2003, Disponível em: http://www.performit.co.uk/network/what_is_a_network.htm. Acesso em: 27 abr. 2003.

RNT. WLL. **Revista Nacional de Telecomunicações**. Ano19, n.214 A, junho 1997.

ROBERTS, Lawrence G. *Aspectos económicos de la conmutación de paquetes*. **Ericsson Review**. Stockholm, Sweden, v.59, n.3, p.125-128, 1982.

RODRIGUES, Marcos. Introdução ao Geoprocessamento. **Geoprocessamento**. In: Anais do I Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. São Paulo, 23 a 25 de maio de 1990. EPUSP. p.1-26.

RODRIGUES, Marcos. SIGs e suas Circunstâncias no Brasil. In: **Anais do III Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento**. São Paulo, 12 a 14 de julho de 1995. EPUSP. p.11-23.

RÓNAL, Paulo. **Dicionário Universal de Citações**. São Paulo: Círculo do Livro, p.679, 1985.

ROSA, Luiz Cláudio e SERRA, José Mário Bertolini. **Sistemas Móveis de Terceira Geração**. In GuidelineBRISA – Agosto 2002. Disponível em: <http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/3g_systems/3g_systems_01.html>. Acesso em: 10 out. 2003.

ROSENBERG, J.; SCHULZRINNER, H.; CAMARILLO, G.; JOHNSTON, A.; PETERSON, J.; SPARKS, R.; HANDLEY, M. and SCHOOLER, E. **SIP: Session Initiation Protocol, IETF. RCF3261**. June 2002. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt?number=3261>>. Acesso em: 11 jun. 2003. p.1-269.

ROSINGH, Wouter; SEALE, Adam e OSBORN, David. Seu banco na telinha do celular. **HSM Management**. São Paulo, ano5, n.29, p.142-152, nov./dez. 2001.

ROSSI, Marco Antonio G. e FRANZIN, Oswaldo. **VPN – Virtual Private Network, Rede Privada Virtual. GPr Sistemas/ASP Systems**. p.1-7. Agosto 2000. Disponível em: <<http://www.gpr.com.br/cursos/vpn/vpn.html>>. Acesso em: 11 jun. 2003.

ROTH, Gabriel. **The Private Provision of Public Services in Developing Countries**. Washington, D.C.: Oxford University Press. Published for the World Bank. 1987.

ROWE, Martin. **Rand's Tech Corner. Voice over IP – What is it and what can it do?** January 2000. Disponível em: <http://randassoc.com/Tech_corner_archive.htm>. Acesso em: 11 jun. 2003.

RUFINO, Rogério. Tendências e Tecnologias em Comunicação de Dados. **Revista Telebrás**, Brasília, DF, v.16, n.55, p.115-122, setembro 1992.

RYBCZYNSKI, Tony. 2004: *The Year Of Convergence. Internet Telephony*. January 2004. Disponível em: <[http:// www.tmcnet.com/it/0104/0104IN.htm](http://www.tmcnet.com/it/0104/0104IN.htm)>. Acesso em: 02 jun. 2004.

SANCHES, Hamilton Salvetti e BÖER, Manfred Arno. Redução dos Custos da Rede. In **VIII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 24 a 27 de junho de 1991, p.461-483, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1991.

SANTOS, Helder Souto – Redes “Wireless”. In **XIII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 23 a 27 de Junho de 1997, p.101-106, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1997.

SANTOS, Edson Arias; e SANTOS, Ademir dos. TELESP – Acultramento Interno da Instituição. **GIS Brasil 96**. Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento. 06 a 10 maio 1996. Curitiba: SAGRES. Módulo Concessionária, p.152-156.

SCHNEIDER, Ben Ross. Privatização no Governo Collor. **Revista de Economia Política**. São Paulo, v.12, n.1, p.5-18, jan./mar. 1992.

SCHULZRINNE, H., CASNER, S., FREDERICK, R. and JACOBSON, V. **RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, IETF. RFC 1889**. January 1996. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1889.txt?number=1889>>. Acesso em: 20 jun. 2003. p.1-75.

SCHULZRINNE, H. **RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control, IETF. RFC 1890**. January 1996. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1890.txt?number=1890>>. Acesso em: 11 jun. 2003. p.1-18.

SCHULZRINNE, Henning and ROSENBERG, Jonathan. **Tutorial: The IETF Internet Telephony Architecture and Protocols – IEEE. Internet Computing Online**, 1999. Disponível em: <<http://computer.org/internet/telephony/w3schrosen.htm>>. Acesso em: 11 jun. 2003.

SCHUTZBERG, Adena. CAD/GIS Integration. **GIS World**. v.11, n.6, p.54-57, June 1998. Disponível em: <<http://www.gw.geoplace.com>>.

SCHWARTZ, Micha. **Telecommunication Networks: Protocols, Modeling and Analysis**. Addison-Wesley Publishing Company, 1988.

SILVA, Adailton J.S. Qualidade de serviço em VoIP (1ª parte). **RNP News Generation**, v.4, n.3, mai. 2000.

SILVA, José Antônio de Alencastro e. “O Estado é incompetente”. In: SIQUEIRA, Ethevaldo. **Telecomunicações: Privatização ou Caos**. São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.85-90.

SILVA, Ozires. Telecomunicações e Modernidade. In: SIQUEIRA, Ethevaldo.

Telecomunicações: Privatização ou Caos. São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.117-123.

SILVEIRA, Jorge Luis da. **Comunicação de Dados e Sistemas de Teleprocessamento.** São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.

SIQUEIRA, Ethevaldo. O Mundo Liberaliza. In: _____. **Telecomunicações: Privatização ou Caos.** São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993a. p.30-41.

SIQUEIRA, Ethevaldo. A Fittel Defende o Monopólio Absoluto. In: _____. **Telecomunicações: Privatização ou Caos.** São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993b. p.130-155.

SIQUEIRA, Ethevaldo. A Grande Chantagem. In: _____. **Telecomunicações: Privatização ou Caos.** São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993c. p.156-162.

SIQUEIRA, Ethevaldo. E Agora o que Fazer?. In: _____. **Telecomunicações: Privatização ou Caos.** São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993d. p.166-176.

SIQUEIRA, Ethevaldo. **Três Momentos da História das Telecomunicações no Brasil.** São Paulo: Dezembro Editorial. 2ª ed. 1999.

SIQUEIRA, Ethevaldo e MANCINI, Luciana. Rumo ao Caos. In: SIQUEIRA, Ethevaldo. **Telecomunicações: Privatização ou Caos.** São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.10-29.

SKURZYNSKI, James. *Public/Private Partnerships Hurdle Dada Costs.* **GIS World.** v.11, n.7, p.50-53, jul. 1998. Disponível em: <<http://www.gw.geoplace.com>>.

SOARES, Edileuza. O salto da voz sobre IP. **RNT - Revista de Negócios em Telecomunicações.** São Paulo, ano 24, n.284. abr. 2003. Disponível em: <<http://www.rnt.com.br/edicao0304/evento01>>.

SOARES, Luiz Fernando Gomes, LEMOS, Guido e COLCHER, Sérgio. **Redes de Computadores: Das LANs, MANs e WANs às Redes ATM.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1995.

SOARES NETO, Vicente; SILVA, Roberto Corrêa da; RATTES, Túlio M.F. e SILVA, José Correa da. **Telefonia em Sistemas Locais – Tópicos Avançados.** São Paulo: Érica. p.124-145 e 205-213. 1991.

SOUZA, M.P.M. Antunes de; BRENELI, V.T.; BUORO, A.B.; CAMARGO FILHO, E.F.; DASCAL, A.; LOURENÇO JUNIOR, W.J.; GILIOTTI, A.V.; TEIJEIRO, D.G. O Projeto Piloto de Conversão de Dados da Telebrás. In: **Anais do III Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento.** São Paulo, 12 a 14 de julho de 1995. EPUSP. p.85-99.

STAXÉN, Peter and VESTIN, Claes-Göran. *The Telecom Evolution in the Broadband Era.* **Ericsson Review,** Stockholm, Sweden, v.70, n.1, p.2-11, 1993.

STRAUBHAAR, Joseph. Tendências Mundiais. In: SIQUEIRA, Ethevaldo. **Telecomunicações: Privatização ou Caos**. São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.42-47.

SUÁREZ, Victor Hugo Quiroz. Sistemas Ópticos Interurbanos. In: **IX Seminário de Rede Externa do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 25 a 28 de agosto de 1992, p.165-192, Centro de Treinamento Telebrás, 1992.

STALLINGS, William. *Session Initiation Protocol. The Internet Protocol Journal*. p.20. March 2003. Disponível em: <http://www.cisco.com/warp/public/759/ipj_issues.html>. Acesso em: 18 jun. 2003.

TALLEY, David. **Curso Básico de Sistemas Conmutadores Telefônicos**. Buenos Aires, Argentina: Editorial GLEM SA.1969. Cap.5, p.61-78, cap.8, p.113-132.

TANENBAUM, Andrew S. **Computer Networks**. 2ª ed. USA: Prentice-Hall, 1989.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

TAROUÇO, Liane Margariada Rockenbach. **Redes de Comunicação de Dados**, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979, p172-176.

TAROUÇO, Liane Margarida Rockenbach, **Redes de Computadores Locais e de Longa Distância**, Editora McGraw-Hill, São Paulo, 1986.

TAUBE, Carlos Antonio. Uma Introdução à RDSI de Faixa Larga e aos Sistemas Assíncronos de Comutação (ATM). **Revista Telebrás**, Edição Tecnologia. Brasília, DF, ano 1991, v.15, n.54, p.5-9, dez. 1991.

TEIXEIRA, Amândio; MATIAS, Lindon; NOAL, Rosa e MORETTI, Edmar. A História dos SIGs. **Fator GIS**, Curitiba, ano 3, n.10, p.21-27, 1995a.

TEIXEIRA, Amândio; MATIAS, Lindon; NOAL, Rosa e MORETTI, Edmar. Qual a melhor definição de SIG. **Fator GIS**, Curitiba, n.11, p.20-24, 1995b.

TELEBRÁS. **TROPICO RA: uma plataforma multiaplicação de arquitetura aberta e modular**. Campinas: CPqD, 1997.

TELOGY Networks. The Technology Guide Series. **Voice over IP (VoIP)**.The Applied Technologies Group, Inc. Natick, Massachusetts, 1998.

THOMAS, Peter. Os Aspectos Legais e Fiscais da Privatização. In: HANKE, Steve H. **Privatizar para Crescer**. Rio de Janeiro: Editorial Nórdica Ltda. 1989. p.109-122.

TIBÚRCIO, João Luiz Eleutério. Projeto Relevo. **GIS Brasil 94**. Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento. 17 a 21 outubro 1994. Curitiba: SAGRES. 1994. Secção: Concessionárias p.1-5.

TOLEDO, Adalton Pereira de e BARBOSA FILHO, Navantino Dionizio. **Comutação Telefônica Automática Crossbar**. Editora MacGraw-Hill do Brasil, Ltda. Cap.1, p.1-33, 1973.

TOURRILHES, Jean. **Linux Wireless LAN Howto: introduction**. Sep. 1999. Disponível em: <http://www.hpl.hp.com/personal/Jean_Tourrilhes/Linux/Linux.Wireless.intro.html>. Acesso em: 7 jan. 2003.

TOWNSHEND, John. *Geoprocessing Technologies For Enviromental Planning and Monitoring*. Geoprocessamento. Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. São Paulo, 23 a 25 de Maio de 1990. São Paulo 1990. p.109-117.

TRAINA, Luiz Roberto Gullin. Implantação da Rede Óptica Primária na Telesp. In **XIII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 23 a 27 de Junho de 1997, p.215-221, Centro Nacional de Treinamento Telebrás, 1997.

TREVISAN, Antoninho Marmo. Quanto Valem as Estatais? In: SIQUEIRA, Ethevaldo. **Telecomunicações: Privatização ou Caos**. São Paulo: TelePress Editora Ltda. 1993. p.10-29.

UCHOA, Cleofas. Tributos Estrangulam Telecomunicações. **Revista Telebrasil**. Rio de Janeiro, ano 25, n.140, p.5, nov./dez. 1999.

UEBELE, Roland, and VERHOEYEN, Marc. *Strategy for migrating voice networks to the next generation architecture*. **Alcatel Telecommunications Review**. 2º Quarter 2001. p.85-90. Disponível em: <http://www.alcatel.com/atr/abstract.jhtml?_DARGS=/common/atr/DATR_verity_results.jhtml.3_A&_DAV=/x/articlepaperlibrary/ATR2001Q2_03uebe.jhtml>. Acesso em: 26 jun. 2003.

VAINSENCER, Anamárcia. A demanda é por soluções localizadas. **Telecom**. São Paulo, ano 15, n.174, p.26-27, mar. 2003. Também disponível no site <<http://www.jornaltelecom.com.br>>.

VAINSENCER, Anamárcia e DIAS, Lia Ribeiro. A telefonia IP ganha terreno no mundo corporativo. **Telecom**. São Paulo, ano 15, n.174, p.28-29, mar. 2003. Disponível em: <<http://www.jornaltelecom.com.br>>.

VELASCO JUNIOR, Licínio. **A Economia Política das Políticas Públicas: Fatores que Favoreceram as Privatizações no Período 1985/94**. Texto para Discussão 54. Rio de Janeiro: BNDES, Abril, 1997a. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/TD/td-54.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2003.

VELASCO JUNIOR, Licínio. **A Economia Política das Políticas Públicas: As Privatizações e a Reforma do Estado**. Texto para Discussão 55. Rio de Janeiro: BNDES, Maio, 1997b. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/TD/>>

td-55.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2003.

VELASCO JUNIOR, Licínio. Privatização: Mitos e Falsas Percepções. In: **A Economia Brasileira nos Anos 90**. Rio de Janeiro: BNDES. 1999. p.183-216. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/conhecimento/livro/eco90_06.pdf. Acesso em :15 jul. 2002.

VIANNA, Gaspar. **Privatização das Telecomunicações**. Rio de Janeiro: Notrya. 1993.

VIANNA, Múcio Cevola, DOTTA JR, Flávio Moyses e CATÓN, Ricardo Moragas. Serviços de Voz e Dados – Realidade na Otimização da Rede Metálica. In **XII Seminário de Redes do Sistema Telebrás**. Brasília, DF, 26 a 30 de agosto de 1996, p.157-174, Centro Nacional de Capacitação Telebrás, 1996.

VIRRANTAUS, Kirsi; MARKKULA, Jouni; GARMASH, Artem; TERZIYAM, Vagan; VEIJALAINEN, Jarí; KATANOSOV, Artem and TIRRI, Henry. Developing GIS – *Supported Location-Based Services*. **Computer Society**, 2001, IEEE. Disponível em: <http://honeybee.helsinki.fi/GIS/GIS13/jouni_markkula_2002.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2003.

WEINSTEIN, Art. **Segmentação de Mercado**. São Paulo: Atlas, 1995.

WHITTY, Mark S. and ROBERTS, Arthur R. *Selection of Transmission Media*. In: *INGLIS, Andrew F. Electronic Communications Handbook*. EUA: McGraw-Hill, 1988. Cap.9, p.9.1-9.20.

WOOD, David. Computer Networks: A Survey. **Computer Communitacions**, Vol II Systems and Applications. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall. Cap.14, p.132-179. 1985.

ZACKER, Craig e DOYLE, Paul. **Redes de Computadores: Configuração, Manutenção e Expansão**. São Paulo: MAKRON Books, 2000. Cap. 4, p.90-123.